

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLÓGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

STANOVENÍ VYBRANÝCH VONNÝCH LÁTEK V POTRAVINÁCH

DIPLOMOVÁ PRÁCE

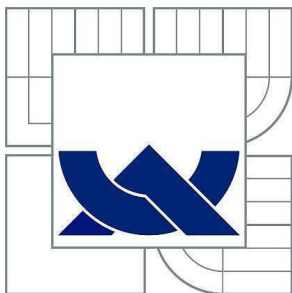
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. IVANA GREIFENTHALOVÁ

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

# STANOVENÍ VYBRANÝCH VONNÝCH LÁTEK V POTRAVINÁCH

ASSESSMENT OF CHOSEN AROMA COMPOUNDS IN FOODS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. IVANA GREIFENTHALOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA VÍTOVÁ, Ph.D.

BRNO 2012



Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta chemická**  
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

## Zadání diplomové práce

Číslo diplomové práce:	<b>FCH-DIP0590/2011</b>	Akademický rok: <b>2011/2012</b>
Ústav:	Ústav chemie potravin a biotechnologií	
Student(ka):	<b>Bc. Ivana Greifenthalová</b>	
Studijní program:	Chemie a technologie potravin (N2901)	
Studijní obor:	Potravinářská chemie a biotechnologie (2901T010)	
Vedoucí práce	<b>Ing. Eva Vítová, Ph.D.</b>	
Konzultanti:	Ing. Radka Divišová	

### Název diplomové práce:

Stanovení vybraných vonných látek v potravinách

### Zadání diplomové práce:

1. Zpracujte literární přehled o:
  - použití vonných látek rostlinného původu pro aromatizaci potravin
  - jejich možných biologických účincích v lidském organismu
  - metodách vhodných pro jejich stanovení
2. Pomocí metody SPME-GC identifikujte a kvantifikujte vybrané vonné látky v různých typech čajů
3. Pomocí vybraných senzorických metod zhodnoťte jejich chutnost
4. Srovnajte aromatický profil a jeho vliv na chutnost různých typů čajů

### Termín odevzdání diplomové práce: 11.5.2012

Diplomová práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu diplomové práce. Toto zadání je přílohou diplomové práce.

-----  
Bc. Ivana Greifenthalová  
Student(ka)

-----  
Ing. Eva Vítová, Ph.D.  
Vedoucí práce

-----  
doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.  
Ředitel ústavu

V Brně, dne 15.1.2012

-----  
prof. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.  
Děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zaměřuje na problematiku stanovení 26 nejdůležitějších alergenních vonných látek v potravinách, jako modelové vzorky byly vybrány sypané bylinné aromatizované čaje. Jednou z hlavních charakteristik čajů je aroma, které je úzce spjato s chutí a vůní jednotlivých čajů.

Teoretická část této práce je zaměřena na charakteristiku čaje, druhy čaje, způsob výroby, rozlišení čajů dle fermentace a na jejich nesporný vliv na lidský organismus.

V experimentální části byly pomocí metody mikroextrakce tuhou fází (SPME-GC-FID) ve spojení s plynovou chromatografií identifikovány a kvantifikovány alergenní vonné látky v 10 vybraných vzorcích sypaných aromatizovaných čajů. Součástí práce je i senzorické hodnocení chutě a vůně jednotlivých čajů kvalifikovanými hodnotiteli.

## **ABSTRACT**

This diploma thesis is focused on the problematic of assessment of 26 most important allergenic aroma compounds in foods, flavoured herbal teas were chosen as the model samples. Aroma is the one of the main characteristics of tea, which is closely linked to taste and odour.

The theoretical part of this work is focused on the characteristics of tea, tea types, producing technology, classification according to the fermentation and also their undeniable impact on the human organism.

In the experimental part, the allergenic aroma compounds in 10 chosen samples of flavoured tea were identified and quantified using the solid phase microextraction (SPME-GC-FID) in conjunction with gas chromatography. The work also includes sensory evaluation of taste and smell of tea samples by qualified assessors.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Vonné látky, čaj, chutnost, SPME, GC

## **KEY WORDS**

Aroma compounds, tea, taste, SPME, GC

GREIFENTHALOVA, I. Stanovení vybraných vonných látek v potravinách. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2012. 81 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Eva Vítová, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis studentky

### *Poděkování:*

*Touto cestou bych ráda  
poděkovala vedoucí mé diplomové  
práce Ing. Evě Vítové Ph.D.  
a současně i konzultantce  
Ing. Radce Divišové za jejich  
podporu, velmi cenné rady  
a připomínky při řešení této práce.*

## OBSAH

1. ÚVOD .....	7
2. TEORETICKÁ ČÁST.....	8
2.1 Čaj pravý .....	8
2.1.1 Rozdělení čajů.....	9
2.1.1.1 Čajovník .....	10
2.1.2 Výroba pravého čaje .....	11
2.1.2.1 Černý čaj .....	12
2.1.2.2 Zelený čaj .....	12
2.1.2.3 Bílý čaj .....	12
2.1.2.4 Oolong.....	12
2.1.2.5 Pu – ehr.....	13
2.1.2.6 Mate.....	13
2.1.2.7 Rooibos.....	13
2.1.3 Chemické složení čaje.....	13
2.1.3.1 Minerální látky .....	14
2.1.3.2 Polyfenoly .....	14
2.1.3.3 Alkaloidy.....	14
2.1.3.4 Vitaminy.....	14
2.1.3.5 Barviva .....	16
2.1.3.6 Silice.....	16
2.1.3.7 Enzymy.....	16
2.1.3.8 Aminokyseliny a bílkoviny .....	16
2.1.3.9 Sacharidy a tuky .....	16
2.2. Vybrané vonné látky v čajích.....	16
2.2.1 Možné biologické účinky v lidském organismu .....	17
2.2.2 Metody vhodné pro stanovení vonných látek v čajích.....	18
2.2.3 Instrumentální analýza vonných látek .....	18
2.2.3.1 Plynová chromatografie .....	18
2.2.3.2 Mikroextrakce tuhou fází (SPME) .....	19
2.2.3.3 Studie zabývající se analýzou čajů.....	20
2.3 Senzorická analýza .....	21
2.3.1.1 Smysl chuťový a chuť .....	23
2.3.1.2 Smysl čichový .....	23
2.3.1.3 Smysl zrakový .....	24
2.3.2 Podmínky pro senzorickou analýzu .....	25
2.3.3 Metody senzorické analýzy.....	27
2.3.3.1 Rozlišovací metody .....	27
2.3.3.2 Pořadová zkouška.....	27
2.3.3.3 Profilový test (deskriptivní zkoušky) .....	28
2.3.3.4 Hodnocení s použitím stupnic .....	28
3.1 Laboratorní vybavení .....	29
3.1.1 Chemikálie .....	29

3.1.1.1 Rozpouštědla .....	30
3.1.2 Plyny .....	30
3.1.3 Přístroje a pracovní pomůcky .....	30
3.2 Podmínky SPME-GC-FID .....	30
3.3 Reálné vzorky potravin-čajů .....	31
3.4 Pracovní postupy .....	32
3.4.1 Příprava reálného vzorku pro identifikaci a kvantifikaci vonných látek .....	32
3.4.2 Sorpce a desorpce vonných látek .....	32
3.4.3 Vyhodnocení SPME-GC .....	33
3.4.4. Statistické zpracování výsledků .....	33
3.5 Senzorické hodnocení chuti a vůně bylinných aromatizovaných čajů .....	33
4. VÝSLEDKY A DISKUSE .....	35
4.1 Standardy vonných látek použité pro identifikaci .....	35
4.2 Identifikace vonných látek ve vzorcích čajů .....	36
4.3. Kvantifikace vonných látek ve vzorcích čajů .....	40
4.4. Senzorická analýza .....	45
4.4.1 Výsledky hodnocení podle stupnice .....	46
4.4.2 Výsledky profilového testu .....	48
4.4.2.1 Výsledky profilového testu - chuť .....	49
4.4.2.2 Výsledky profilového testu - vůně .....	57
5. ZÁVĚR .....	61
6. SEZNAM LITERATURY .....	62
7. SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	66
SEZNAM PŘÍLOH .....	67

# 1. ÚVOD

Během svého života se každý z nás setká s čajem. Po mléce je to druhý nápoj, který je předkládán dětem. Jen o vodě můžeme říci, že je oblíbenějším světovým nápojem. Dá se říct, že je to nejrozšířenější připravovaný nápoj na Zemi. Jeho historie trvá více než 5000 let. V některých zemích je součástí kulturní historie. Čaj není pouze nápojem, ale lze na něj pohlížet z mnoha hledisek. Jeho příprava má svůj vlastní styl a v některých zemích se z této přípravy stal obřad. Dá se říct, že čaj je spojovacím článkem všech zemí. S čajem se člověk potká v zapadlé arabské vesnici i na rušné ulici západoevropského velkoměsta. Téměř na každém obydleném místě se dnes nacházejí čajovny. Pití čaje je tak i jedním z důležitých sociálních fenoménů.

Všechny pravé čaje pocházejí z rostliny čajovníku *Camellia sinensis* a pěstují se na plantážích v mnoha různých oblastech. Mezi ty nejznámější patří Čína, Japonsko, Indie, Cejlon, Turecko a Nepál. Pravé čaje lze rozdělit do několika skupin podle způsobu fermentace čajových lístků.

Ve své práci jsem se zaměřila hlavně na identifikaci a kvantifikaci alergenních vonných látek v sypaných bylinných aromatizovaných čajích pomocí SPME-GC metody a zkoumání jejich chutí a vůní prostřednictvím vybraných senzorických metod.

Teoretická část této práce obecně charakterizuje čaje, druhy čajů, způsob jejich výroby, rozlišení čajů dle fermentace a jejich nesporný vliv na lidský organismus.

Čaj osvěžuje tělo, ale mimo jiné, má i stimulační účinky na duši.



## 2. TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Čaj pravý

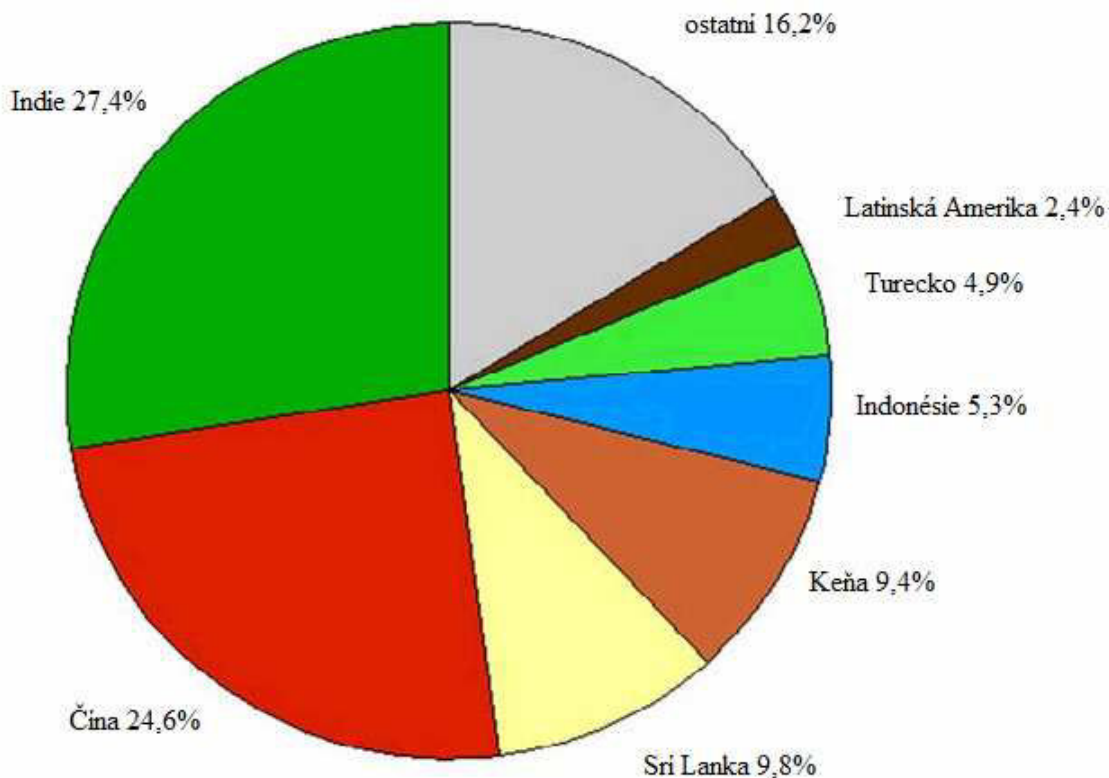
Čaj je jedním z prvních nápojů, se kterým se člověk ve svém životě setká. Čaj jsou vlastně stočené sušené listy keře čajovníku, který roste v tropickém a subtropickém podnebí. Čajovník se pěstuje především v Číně, v Indii, v Japonsku, v Indonésii, na Srí Lance, ve Vietnamu, v některých afrických a středoamerických státech a ve východních oblastech bývalého Sovětského svazu. Všechny pravé čaje, na rozdíl od bylinných odvarů, pocházejí z rostliny *Camellia sinensis* [16, 20].

Čajovník je asi nejstarší kulturní rostlina na světě. První čaj z čajovníkových listů, divoce rostoucích rostlin, se začal připravovat v Číně. Z té se rozšířil do okolních zemí Koreje, Mongolska, Japonska a do zemí jihovýchodní Asie. Prostřednictvím Východoindické společnosti se čaj roku 1606 dostal do Evropy. Po rozpačitém přijetí pak anglická aristokracie rozšířila oblibu pití čaje v Evropě. Britové byli také průkopníky pěstování čaje mimo Čínu. V 19. stol. v Indii a na Cejlonu vznikly za britské nadvlády největší čajovníkové plantáže. Později se k pěstování přidaly i další země. Na Obr.1 je pro zajímavost uveden přehled nejvýznamnějších světových producentů čaje. První čajovny v českých zemích existovaly již v roce 1908, první byla v suterénu paláce Lucerna. Rozvoj pití čaje nastal po jubilejní výstavě po roce 1910 [4].

Čaj má na lidský organismus blahodárné účinky. Kvalita čaje závisí na použité části rostliny. Čaj obsahuje asi 130 chemických látek a nejvýznamnější složkou jsou třísloviny. Obsah tříslovin je v různých druzích čaje rozdílný. Nejvíce jich obsahuje zelený čaj, ale jejich obsah lze ovlivnit i přípravou čaje. Při kratší době vyluhování se uvolňují především aromatické látky, při vyluhování delším se vyluhují i třísloviny [16].

Podle současné české legislativy, vyhlášky č. 330/1997 Sb.[33], ve znění pozdějších předpisů se rozumí:

- čajem  
výrobek rostlinného původu sloužící k přípravě nápoje určeného k přímé spotřebě nebo nápoj připravený z tohoto výrobku,
- čajem pravým  
čaj vyrobený z výhonků, listů, pupenů, nebo jemných částí zdřevnatělých stonků čajovníku *Camellia sinensis* (Linnaeus) O. Kuntze, popřípadě jejich kombinací,
- zeleným čajem  
čaj pravý, ve kterém neproběhla fermentace,
- polofermentovaným čajem (oolongem)  
čaj pravý, ve kterém proběhla částečná fermentace,
- černým čajem  
čaj pravý, ve kterém proběhla plná fermentace



**Obr. 1:** Produkce čaje ve světě [42]

### 2.1.1 Rozdělení čajů

Podle doby sklizně se rozeznávají čaje first flush (březen, duben) a second flush (květen, červen). Podle země původu jsou to čaje čínské, indické, indonéské, japonské, cejlonské (ze Srí Lanky), tchajwanské apod.

**Další dělení** se uvádí podle způsobu zpracování – fermentace. Je to dělení podle výrobních druhů:

- černý čaj  
plně fermentovaný,
- oolong (polozelený čaj)  
polofermentovaný,
- zelený čaj  
nefermentovaný,
- bílý čaj  
nefermentovaný [19].



**Obr. 2:** Lístky čajovníku [43]

Podle výrobních druhů se čaje rozdělují na:

- listový čaj  
zdrojem je ortodoxní způsob výroby, obsahuje větší množství lístků a tvoří 2 % světové produkce,
- zlomkový čaj  
vyrábí se technologií, která zahrnuje: trhání, drcení a rolování,
- čajová drť - Fanings  
je jemný propad sítem po vyfoukání prachu a nečistot při přípravě zlomkového čaje,
- čajový prach – Dust  
je jemný čajový prach, který se získává po prosívání a zpracovává se na cihlový nebo deskový, má silně barvicí účinek,
- off grades  
jsou to druhy čaje vyřazené z prodeje [20].

#### **2.1.1.1 Čajovník**

Rod: *Camellia*

Čeleď: *Teaceae*

Nejznámější druhy jsou: *čaj čínský*, *čaj ázámský*

Tři skupiny čajovníků:

- čínská skupina (výška keře do 3 metrů),
- ázámská skupina (stromy 5 – 15 metrů vysoké),
- indočínská skupina (stromy do 5 metrů výšky).

Čajovník je stálezelená rostlina, odolná vůči mrazu. Existuje 50 druhů tropických a subtropických keřů, nebo stromů. Divoce rostoucí čajovník může dorůst výšky 12 -15 m. Divoký čajovník roste v Ásamu, Barmě, Zadní Indii a jižní Číně. Čajovníky jsou keře

s celoročně zelenými, silně žebrovitými listy, které vyrůstají na krátkých červenohnědých větvíčkách. Spodní strana listů je pokryta stříbřitě bílými chloupky. Nerozvinuté pupeny listů jsou zcela chloupky pokryty. Květy všech druhů čajovníku jsou bílé a jsou podobné květům třešní. Pravidelným stříháním se zvyšuje množství výhonů, keř se zahušťuje a formuje do požadovaného tvaru o výšce do 150 cm. Keře se kvůli snadnějšímu sběru čajového listu sází do pravidelných dlouhých pásů vedle sebe. Otrhávají se ručně, aby se nepoškodily. Kvalita závisí na podnebí, na kvalitě půdy a nadmořské výšce. Čím výše – výnosy čajovníku klesají, ale kvalita čaje je vyšší. Čisté formy čajovníků se nepěstují, pouze kříženci tří základních skupin [20].



**Obr. 3: Čajovník [44]**

### 2.1.2 Výroba pravého čaje

K výrobě čaje se používají jednotlivé listky na výhonku větvičky čajovníku. Ty jsou označovány postupně od vrcholového výhonku – tips, orange pekoe, pekoe, pekoe souchong a souchong, congou.

- vrchol výhonku  
jsou to listové pupeny porostlé stříbřitě bílými chloupky, které při procesu fermentace zlátnou,
- první list  
jde o nejmladší listky, které jsou nejbohatší na cenné látky,
- druhý list  
poskytuje dobrý čaj, průměrné chuti a střední jakosti,
- třetí list  
je to čaj horší kvality, obsahuje velké listy a velké množství stopek,

- čtvrtý a pátý list  
dávají málo kvalitní čaje.

Při výrobě probíhá nejprve sušení při 20–35 °C, po dobu 4–18 h (obsah vody klesá na 55–65 %, listy změkknou). Následuje svinutí čajových listů, čímž dojde k narušení povrchové vrstvy buněk, uvolnění části šťávy listů. V této chvíli nastává start enzymového hnědnutí. Fermentace čaje (oxidace fenolových látek katalyzovaná polyfenoloxidasou) probíhá ve vrstvě listů (výška 5–8 cm) při 20–28 °C po dobu 1–4 h. Dosušení čaje trvá asi 20 minut při cca 90 °C [6, 16, 20].

#### **2.1.2.1 Černý čaj**

Černý čaj je zcela fermentovaný, je silnější, má výraznější aroma. V Číně je známý pod názvem červený čaj. Obsahuje oxidované i neoxidované polyfenoly. Při výrobě černého čaje dochází k přeměně zdraví prospěšných epigalokatechinů. Dojde k znehodnocení obsaženého vitamínu C. Obsah kofeinu se fermentací a oxidací mírně zvýší, protože se částečně uvolňuje z vazeb na třísloviny. Je v něm asi o třetinu víc kofeinu, než v čaji zeleném. Volný kofein má vyšší stimulační účinek na organismus. Také množství theobrominu a theofylinu je v černém čaji vyšší než v zeleném. Oxidované polyfenoly vytvářejí typickou chuť, barvu a aroma, přírodní polyfenoly dodávají čaji charakteristickou trpkost. V černém čaji jsou obsaženy z 1–2 % aminokyseliny, zejména theatin a prvky jako draslík, fluor, hliník a mangan [4].

#### **2.1.2.2 Zelený čaj**

Zelený čaj se vyrábí z čajových listů, které během zpracování neprodělaly proces vadnutí a fermentace. V listech zůstává značné množství tříslovin i chlorofylu. Při výrobě zeleného čaje nedochází k fermentaci ani k oxidaci pro zachování účinných látek, které jsou v čajových lístcích obsaženy. Nesmí dojít k poškození listů, to by vedlo k zahájení fermentačního procesu. Pro nejkvalitnější zelené čaje se k výrobě používají pouze první dva listy a výhonek. Za výraznou chuť, slabší barvu a svíravost zeleného čaje jsou odpovědné neoxidované polyfenoly. Zelený čaj má výraznější léčivý účinek na organismus než ostatní pravé čaje [19].

#### **2.1.2.3 Bílý čaj**

Je nejdražším čajem světa. Jde o čínskou specialitu. Je to nefermentovaný a nejpřirozenější čaj. Jeho výroba se od jiných čajů velmi liší. Vyrábí se z mladých stříbřitých čajových lístků nebo pupenů. Po sběru se pupeny suší na slunci. Nesmí se zahřívat, lisovat ani svinovat. Jelikož neprochází fermentací, tím neztrácí žádné zdraví prospěšné látky. Má jemné aroma a v Číně byl dlouho určen pouze pro potřebu císaře [19].

#### **2.1.2.4 Oolong**

Čaje oolong jsou částečně fermentované. Mohou se mezi sebou lišit, protože stupeň fermentace ovlivňuje chuť a aroma. Čaje oolong se dělí do čtyř typů. Jsou vyhledávány kvůli své silné vůni a lahodné chuti. Tvoří přechod mezi černým a zeleným čajem. Celé čajové lístky se sbírají přesně v okamžiku jejich plné zralosti. Výroba polofermentovaných čajů je poměrně náročná. Délka a způsob celého zpracování je pak zásadní pro výslednou kvalitu, chuť a vůni oolongu [19].

#### **2.1.2.5 Pu – ehr**

Čaje pu – ehr jsou několikanásobně fermentované čaje za účasti bakterií a plísní, které se přirozeně vyskytují na čajovníkových listech. Dříve se tak označovaly čaje vyráběné v provincii Yunnan. Má charakteristickou zemitou chuť a vůni, většinou hnědou až černou barvu. Stárím se jeho chuťové vlastnosti zlepšují. Jsou považovány za univerzální lék a říká se mu čínský penicilin [20].

#### **2.1.2.6 Mate**

Yerba maté je pravděpodobně nejoblíbenější jihoamerický nápoj, připravovaný z lístků cesmíny paraguayské. *Cesmína paraguayská* je stále zelený strom, který dorůstá až 15 m. Sklízí se celé větve s listy. Nejvhodnější jsou listy staré jeden nebo dva roky. Surovina je po sklizni sušena, ze 100 kg čerstvých listů zůstane po usušení cca 33 kg zpracované hmoty. Po rozdrobení lístků a odstranění zbytků stonku se rozbíhá proces zrání. Toto trvá minimálně 30–45 dnů, někdy však až jeden rok. Při zrání se udržuje teplota na 50–600 °C. Zelené mate je poté připraveno pro spotřebitele.

Jeho účinky na lidský organismus jsou známé z dob indiánů a obliba pití a tradiční příprava stále přetrvává. Osvědčuje se jako účinný zdroj energie při duševní i fyzické vyčerpanosti. Pro indiány má maté odedávna ještě další přednost – utlumuje pocit hladu. V období velkých veder nebo nedostatku potravy maté mnohdy skutečně pomáhalo lidem tyto těžké chvíle přežít.

Tradičně se mate připravuje v tzv. kalabase (vysušené tykvojové slupce) a poté se pije horké nebo chlazené pomocí bombilly (kovové slánky) [54].

#### **2.1.2.7 Rooibos**

Rooibos (*Aspalathus linearis*) je bobovitá rostlina, používaná na výrobu bylinného čaje. Již přes mnoho generací je tento nápoj populární v Jižní Africe a nyní se už konzumuje v mnoha zemích po celém světě. Červený se od zeleného rooibos čaje liší způsobem výroby: červený rooibos je fermentovaný, zelený nikoliv. Tyto čaje se mohou pochlubit velice lahodnou chutí a příznivými účinky na lidský organismus. V podstatě neobsahují kofein, jsou tedy vhodné i pro děti, a naopak obsahují velké množství železa. Pít by ho proto měli kojenci, těhotné ženy, sportovci a vegetariáni. Napomáhá také při zažívacích potížích, bolestech hlavy, stresu. *Rooibos zelený* je čaj, který se pěstuje pouze v oblasti Západního mysu. V jižní Africe je tento nápoj už po staletí velmi oblíbený, často se také pije s mlékem. Na rozdíl od červeného rooibos neprochází fermentací, která dodává červenému rooibos typickou červenou barvu. Jeho chuť je mírně ořechová a i bez přidání cukru sladká. Zelený rooibos obsahuje železo, proto by jej měli pít kojenci a menstrující ženy, fluor, který zabraňuje tvorbě zubního kazu a antioxidanty vylučující volné radikály [55].

### **2.1.3 Chemické složení čaje**

Obsah látek i chuť čaje závisí na kvalitě použitých listů. Tu ovlivňuje mnoho faktorů. Obsah tříslovin a kofeinu se liší podle oblasti pěstování a podnebí, doby a metody sběru. Menší mladší listy obsahují více kofeinu než starší větší listy a řapíky. Také obsahují určité množství dalších chemických látek včetně aminokyselin, karbohydrátů, minerálů, kofeinu a polyfenolů, zejména flavonolů. Listy obsahují ze 75 % až 80 % vodu. Během sušení klesne obsah vody na 3 % [1, 20].

#### **2.1.3.1 Minerální látky**

Anorganické složky se vyskytují zpravidla ve formě různých solí. Jde o asi 5 % obsahu. Nejvíce je obsažen draslík, dále pak hořčík, vápník, zinek, mangan, železo, fluor atd. [1, 20].

#### **2.1.3.2 Polyfenoly**

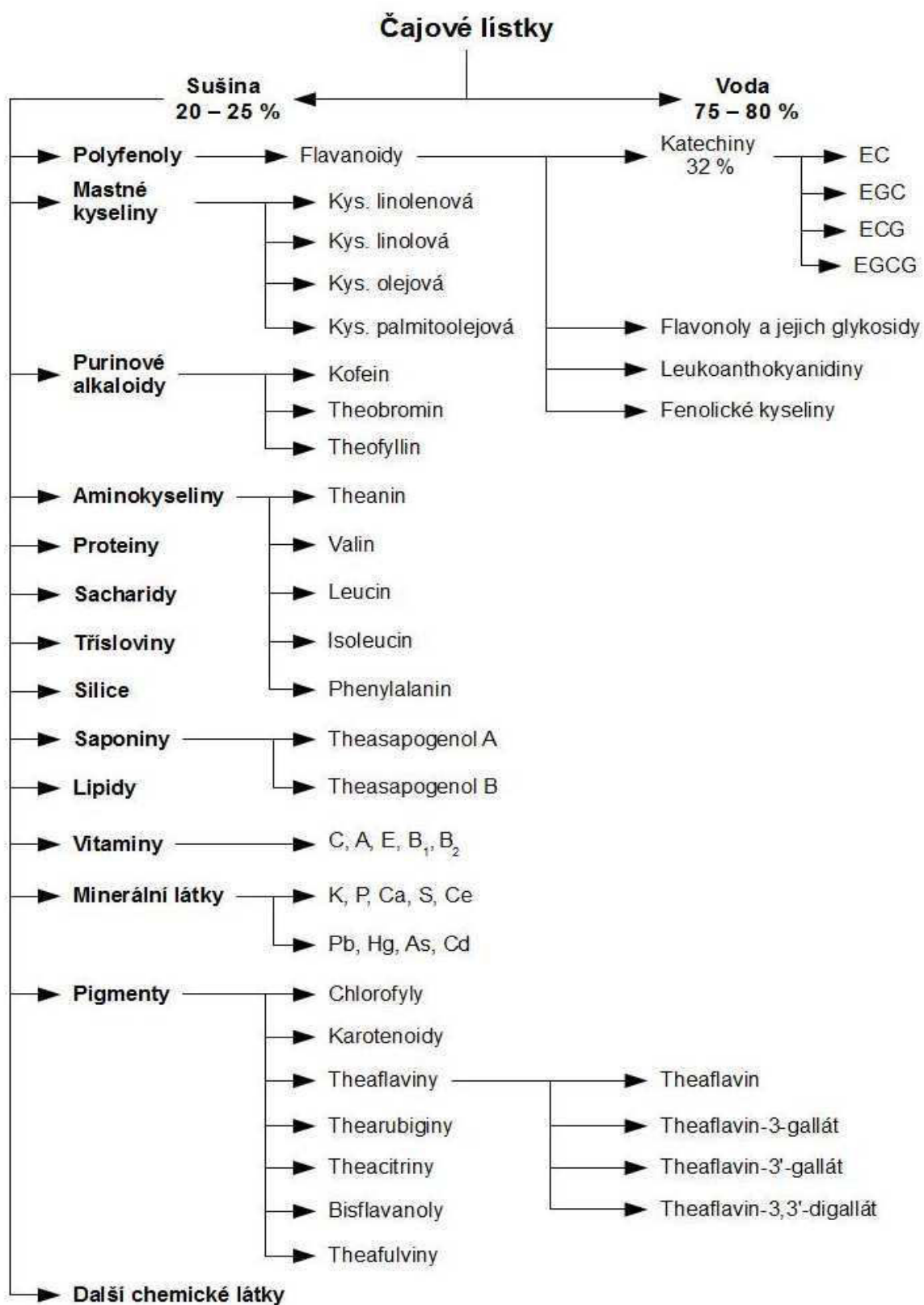
Polyfenoly jsou velmi rozsáhlou skupinou organických sloučenin, která má široké spektrum vlastností a také derivátů. V čaji jsou obsažené deriváty kyseliny gallové a katechinu. Jsou v něm obsaženy asi ze 30 %. Rozhodují o barvě a chuti čaje. Charakteristická hořkost a astringentní chuť čaje je způsobena především katechiny a tříslovinami [1, 20].

#### **2.1.3.3 Alkaloidy**

Nejvýznamnějším alkaloidem, který je obsažen v čaji je kofein (2,5–5,5 %), dále je to theobromin (0,07–0,17 %) a theofylin (0,002–0,013 %). Kofein se nachází v různém množství ve všech druzích čaje. Kofein, který je v čaji obsažený, je vázán na třísloviny. To má za následek, že se uvolňuje se zpožděním [1, 20, 21].

#### **2.1.3.4 Vitaminy**

V čaji jsou ve velmi malém množství. V čaji se vyskytuje kyselina askorbová (vitamin C), další jsou thiamin (vitamin B1), riboflavin (vitamin B2), pyridoxin (vitamin B6), biotin (vitamin B7), kyselina folová (vitamin B10), kobalamin (vitamin B12), vitamín E,  $\beta$ -karoten a vitamin K [1, 20, 21].



**Obr. 4:** Chemické složení čajovníku [20]



### **2.1.3.5 Barviva**

Listy obsahují chlorofyl, červená a žlutá barviva odvozená od anthokyaninů a flavonů [1, 20, 21].

### **2.1.3.6 Silice**

Tvoří asi 0,01–0,05 % celkové hmotnosti čaje. Bylo objeveno okolo 500 různých druhů éterických olejů, nebyly však většinou podrobně prozkoumány. Silice se hromadí během růstu rostliny. Okamžikem sklizně čajových listů a po ní se jejich obsah snižuje. Zpracování může přispívat ke vzniku dalších silic, které v čaji zůstávají. Způsobují odlišnost vůní a chutí čaje. Jsou snadno těkavé a termicky labilní.

V černém čaji jsou obsaženy  $\beta$ -damascenon (vzniká rozkladem neoxanthinu, vůně po jablkách), linalool (květinová vůně), 3-hydroxy-4,5-dimethyl-2(5H)-furanon (kořeněná vůně), 4-hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon (karamelová vůně). Dále jsou to diacetyl, 2-methylpropanal, 2-methylbutanal, 3-methylbutanal. V zeleném čaji 1,5-oktadien-3-on, 3-hexenal, 3-methyl-2,4-nonadion (vůně po trávě a senu) [1, 20, 21].

### **2.1.3.7 Enzymy**

Napomáhají při oxidaci čajových polyfenolů v procesu fermentace, která by bez urychlení probíhala velmi dlouho. Nejdůležitější reakci zajišťuje speciální oxidasa, bílkovina, jejíž významným prvkem je měď [1, 20, 21].

### **2.1.3.8 Aminokyseliny a bílkoviny**

V čaji je asi do 2 % volných aminokyselin. Jsou to kyselina asparagová, glutamová, glycin, serin, glutamin, tyrosin, threonin, alanin, valin, leucin, isoleucin a další.

V čaji je také jedna aminokyselina typická jen pro čaj a to theatin (2-amino-4-(ethylkarbamoyl)butanová kyselina), která se podílí na biosyntéze polyfenolů. Podstatnou část bílkovin tvoří enzymy, které se podílejí na chemických dějích při fermentaci (polyfenoloxidas, proteasy, transaminasy, chlorofylasy, pektinesterasy...) [1, 20, 21].

### **2.1.3.9 Sacharidy a tuky**

V listech čaje se v malém množství nacházejí cukry a škrob. V protoplazmě lze najít tuky. Z mono a disacharidů je to glukosa, fruktosa, sacharosa, arabinosa, ribosa. Rhamnosa a galaktosa jsou vázány v glykosidech. Z polysacharidů jsou to celulóza, hemicelulózy, pektiny.

Z tuků převažují fosfolipidy a glykolipidy a nezmýdelnitelné látky triterpenické alkoholy a steroly [1, 20, 21].

## **2.2. Vybrané vonné látky v čajích**

Těkavé složky tvoří asi 0,01–0,02 % sušiny čaje. V černém čaji bývá asi 4–5 krát vyšší počet vonných látek než v čaji zeleném. Z více než 300 známých složek vůně čaje jsou významné jen některé sloučeniny. Základ aroma čaje tvoří nositelé zeleného aroma jako je (3Z-hex-3-en-1-ol, (2E)-hex-2-enal a hexanal. Dále bývá přítomen 3-methylbutan-1-ol, 2-fenylethanol, methyl-salicylát, fenol a guajakol.

U čaje *Darjeeling* je významnou složkou také (2E,4E,6Z)-nona-2,4,6-trienal, 4-hydroxy-2,5-dimethyl-(2H)-furan-3-on (furanol) a vanilin.

Z terpenů a senzoricky aktivních degradačních produktů karotenoidů je důležitý  $\alpha$ -terpineol, linalool, nerol, linalooloxydy,  $\beta$ -damaskon,  $\beta$ -damascenon,  $\beta$ -jonon, dihydroaktindiolid, theaspiran a jeho deriváty jako theaspiron a hydroxytheaspiran. Hydroxytheaspiran je velmi důležitou složkou vůně čaje, tvoří asi 1 % těkavých látek. Prahová koncentrace ve vodě je asi  $0,2 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

V zeleném čaji bývá méně linaloolu, linalooloxidů a některých dalších sloučenin, více se uplatňuje aroma nerolidolu,  $\beta$  – jononu a dalších složek. Důležitou sloučeninou je 3-methylnonan-2,4-dion [21].

### 2.2.1 Možné biologické účinky v lidském organismu

Pravidelné pití čaje významně prospívá zdraví. Účinky čaje na lidský organismus jsou mnohostranné. Je účinným prostředkem při snižování únavy a je mu přičítán významný vliv na zvyšování tělesné a duševní činnosti. Již dlouho se používá také při léčení střevních i žaludečních onemocnění. Tyto vlastnosti se však přičítají především zelenému čaji. Odborníci dokazují, že zelený čaj má zhruba desetinásobný obsah vitamínů v porovnání s černým čajem. Po systematickém zkoumání účinků zeleného čaje se potvrdily tyto účinky: snižuje riziko vzniku rakoviny, kardiovaskulárních onemocnění, zlepšuje stav chrupu a pevnost kostí, posiluje imunitní systém, cévy, snižuje obsah cholesterolu, působí diuretický, potlačuje únavu a napětí, stimuluje myšlení [11].

Čaj obsahuje téměř sto třicet chemických látek, z nichž nejvýznamnější jsou třísloviny: katechiny, polyfeny a jejich sloučeniny, které se vyznačují vysokou biologickou aktivitou. Účinkem tříslovin se propustnost cév dostává na normální úroveň, vrací se pružnost a propustnost jejich stěnám. Třísloviny pomáhají při kapilárním krvácení, revmatickém zánětu srdeční nitroblány, při vysokém krevním tlaku a kurdějích. Čajové třísloviny blahodárně ovlivňují i trávicí trakt, protože jsou schopny vázat a odvádět z organismu škodlivé látky. Vědci prokazují, že čaj prospívá zubům, protože dodává tělu přibližně stejné množství fluorových sloučenin jako voda obohacená fluorem. Čajové katechiny normalizují činnost ochranné střevní mikroflóry a zamezují vývin hnisavého procesu v trávicím traktu. Silný čaj je vhodný při první pomoci, jde-li o otravy zasahující centrální nervovou soustavu, při oslabené srdeční činnosti a ztíženém dýchání. Čajové obklady mírní bolesti a horečky při slunečním úžehu, běžně a často se používají při zánětu očních víček. Čaj zklidňuje cévní systém a podporuje krevní oběh. Čaj je znám jako prostředek vyvolávající pocení, a proto se doporučuje při chřipce nebo při teplotách doprovázejících nemoci dýchacího ústrojí. Čaj podporuje srdeční činnost a rozšiřuje mozkové cévy, což do jisté míry snižuje bolesti hlavy a únavu. Po vypití většího množství čaje mohou však nastat pro člověka i nepříznivé následky. Vypití většího množství silného čaje může přispět k nespavosti. Tyto účinky čaje ovlivňuje obsah kofeinu. Účinek kofeinu je mírnější než v kávě, protože se pomaleji uvolňuje a vstřebává [34].

Obsah účinných látek i chuť čaje závisí na kvalitě konkrétních listů. Každodenní pití čaje má příznivý vliv na zdravotní stav člověka. Čaj osvěžuje tělo, ale kromě toho má stimulační účinky také na duši.

### 2.2.2 Metody vhodné pro stanovení vonných látek v čajích

Metody, které lze využít ke stanovení vonných látek v čajích, se dají rozdělit na instrumentální metody a metody senzorické analýzy. Stanovení aromatických látek v potravinách patří mezi obtížnější úkoly, které řeší analytická chemie. Pro tuto oblast identifikace látek je nejdůležitější kvalitní instrumentální vybavení, které umožňuje separovat a identifikovat látky v koncentraci  $10^{-12}$  g.ml<sup>-1</sup>. Metody, které se používají k izolaci stanovované látky, jsou závislé na charakteru této látky [23].

Instrumentální metody k hodnocení senzorické jakosti dávají sice opakovatelné a reprodukovatelné výsledky, poskytnou ovšem výsledek, který odpovídá stupni určité vlastnosti, například koncentrace látky [7].

Senzorická analýza měří počítky a vjemy (instrumentální analýza podněty) a její výsledek je závislý na složitém zpracování počítků v centrální nervové soustavě posuzovatele. Toto hodnocení je stále nenahraditelné. Experti, kteří se senzorické analýze věnují, jsou schopni rozpoznat i nejjemnější odstíny vůně i chuti, což metody instrumentální analýzy odlišit nedokáží. Posuzování se provádí za předem stanovených podmínek a vždy kolektivem několika posuzovatelů.

Pokud má příslušná metoda instrumentální analýzy vyjádřit jakost a ne pouze nějaký fyzikální nebo chemický ukazatel, musí být senzorická analýza metodou referenční. To znamená kalibraci přístroje řadou vzorků, které byly posuzovány senzorickou analýzou. Přesnost výsledků instrumentální metody je závislá na přesnosti kalibrace. Z toho tedy plyne, že instrumentální metody nemohou být přesnější, správnější nebo objektivnější než metoda senzorické analýzy. Ovšem je pravda, že instrumentální metody dávají opakovatelné a reprodukovatelné výsledky, jejich provedení může být jednoduché a někdy automatizované a při velkém množství vzorků i finančně nenáročné [7, 23].

### 2.2.3 Instrumentální analýza vonných látek

Stanovení senzoricky aktivních látek je poměrně složitý úkol vzhledem k nízkým koncentracím analyzovaných složek ve vzorku. Nejprve je nutné jednotlivé složky izolovat a poté analyzovat. Analytické metody, které jsou vhodné:

- plynová chromatografie (GC),
- kapalinová chromatografie (LC),
- vysoce účinná kapalinová chromatografie (HPLC),
- chromatografie na tenké vrstvě (TLC),
- hmotnostní spektrometrie (MS),
- ultrafialová absorpční spektrometrie (UV spektrometrie),
- infračervená absorpční spektrometrie (IR spektrometrie),
- nukleární magnetická rezonance (NMR) [9, 22]

#### 2.2.3.1 Plynová chromatografie

Chromatografie je jednou z nejvýznamnějších analytických metod. Umožňuje dělení, identifikaci a stanovení velkého počtu jak organických, tak i anorganických látek. Plynová chromatografie má výsadní postavení v analýze těkavých látek. Mezi hlavní výhody této techniky patří jednoduché a rychlé provedení analýzy, účinná separace látek a malé množství vzorku potřebné k analýze.

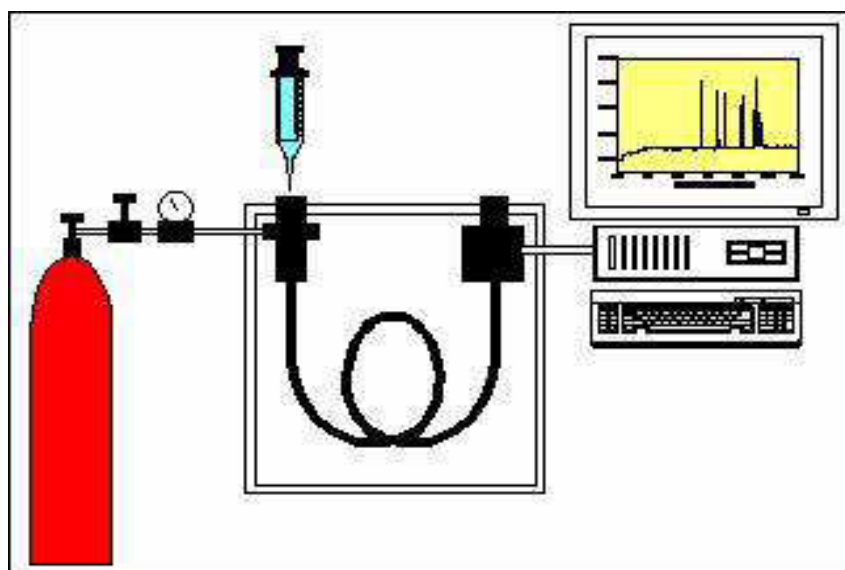
Princip této metody spočívá v separaci plynů a par. K separaci se využívají dvě fáze, jedna mobilní a druhá stacionární. Mobilní fází bývá inertní plyn, stacionární fáze bývá tuhá látka nebo kapalina zakotvená na nosiči.

Stacionární fáze selektivně působí na separované látky a na základě vzájemných interakcí dochází k retenci jednotlivých složek v koloně a jejich rozdílné eluci. Nosný plyn potom unáší jednotlivé rozdělené složky z kolony a jejich množství je zaznamenáváno detektorem jako funkce času nebo objemu proteklého nosného plynu a následně je signál vyhodnocen. Z časového průběhu intenzity signálu se určí druh a kvantitativní zastoupení složek [5, 12, 17, 18, 21, 22].

Schéma plynového chromatografu je uvedeno na Obr.5.

Složení zařízení pro plynovou chromatografii:

- zdroj nosného plynu,
- zařízení pro regulaci tlaku a průtoku nosného plynu,
- injektor,
- kolona,
- detektor,
- termostát,
- zařízení pro zesílení signálu z detektoru,
- vyhodnocovací zařízení [17]



*Obr. 5: Plynový chromatograf [45]*

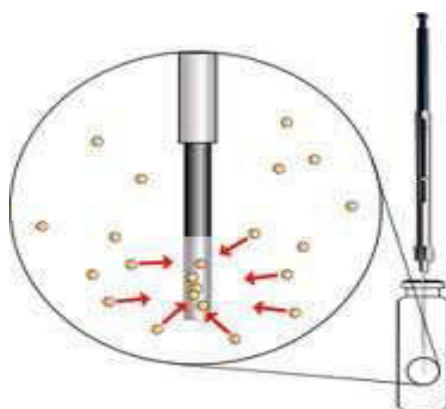
#### **2.2.3.2 Mikroextrakce tuhou fází (SPME)**

Tento typ extrakce patří k moderním technikám přípravy vzorku, jež minimalizují čas a náklady. Mikroextrakce na tuhou fázi využívá k extrakci analytů křemenné vlákno, potažené sorpční vrstvou. To je spojeno s ocelovým pístem a umístěno v duté ocelové jehle, která chrání vlákno před mechanickým poškozením. Analýza SPME má dvě fáze sorpční a desorpční. V první fázi se sorbují analyty na vrstvu, která pokrývá vlákno do distribuční rovnováhy mezi matricí vzorku a adsorpční vrstvou vlákna. Druhá fáze desorpce pak probíhá v nástřikovém prostoru plynového chromatografu. Sloučeniny jsou pak separovány na

analytické koloně a detekovány příslušnými detektory. Volbou vhodného typu vlákna se dosáhne reprodukovatelných výsledků i pro nízké koncentrace analytů.

Sorpce může probíhat dvěma způsoby:

- DI-SPME (Direct Immersion), přímé ponoření  
tento způsob je vhodný pro netěkavé látky, kdy vlákno je ponořeno přímo do vzorku, rovnováha se ustanovuje mezi množstvím analytu na vláknech a v roztoku.
- HS-SPME (Headspace), sorpce nad vzorkem  
tento způsob je vhodný pro středně těkavé až těkavé látky, vlákno je umístěno v prostoru nad vzorkem a rovnováha se ustanovuje mezi množstvím analytu na vláknech, ve vzorku a plynnou fází nad ním [35, 36].



**Obr. 6:** SPME vlákno [47]

### **2.2.3.3 Studie zabývající se analýzou čajů**

Analýzou čajů, identifikací jednotlivých složek, se zabývají různé studie. Výsledky některých z nich jsou zde uvedeny. Není překvapením, že čajem se zaobírají hlavně vědci, kteří díky svému původu mají k čaji blízko, protože je vlastně součástí jejich národní kultury. Vzhledem ke svým účinkům je nejvíce zkoumán čaj zelený.

Kato a Shibamoto [25] porovnávali rozdíly mezi vzorky zelených čajů ze tří zemí – Laosu, Myanmaru a Vietnamu. Bylo analyzováno 15 vzorků pomocí GC/MS a vybráno bylo 11 složek aromatu z více než 100 nalezených a ty byly potom porovnány u vzorků čajů. Bylo prokázáno, že důležitou roli v kvalitě zelených čajů hraje koncentrace linaloolu a hexanalů. Zelené čaje z Laosu a Myanmaru obsahují více těchto sloučenin. Vzhledem k tomu, že tyto čaje procházejí vysokoteplotním zpracováním, dá se předpokládat, že teploty používané pro zpracování čaje hrají důležitou roli při vytváření vůně v zeleném čaji.

Lee a Chambers [26] vydali lexikon zeleného čaje, kde popsali 31 chuťových vlastností zeleného čaje. Senzorické analýze bylo podrobeno 138 vzorků zeleného čaje z devíti zemí - Číny, Indie, Japonska, Keni, Koreje, Srí Lanky, Tchaj-wanu, Tanzanie a Vietnamu. Byly vybrány příznaky pro chuť nalezené téměř ve všech vzorcích - „..zelená, hnědá, ovocná...” i pro ty, které obsahovalo jen několik vzorků.

Kumazawa a Masuda [27] analyzovali japonský zelený čaj Sen – cha. Úkolem bylo stanovit sloučeniny, které charakterizují vůni tohoto čaje pomocí GC/MS. Zjistili, že charakteristickou

vůni udává 8 hlavních složek, mimo těchto určujících složek nově identifikovali ještě 9 dalších chemických látek.

Cho a kol. [28] provedli studii na vzorku 500 lidí, kteří pili čaj, ve věkovém rozmezí 10 až 50 let. Lidé byli rozděleni do pěti skupin a každá skupina do dvou podskupin. Každé skupině byly podávány k hodnocení vzorky a to s nebo bez doprovodných informací. Cílem bylo zjistit vliv informací a věku na vnímání chuti čaje. U mladších spotřebitelů byla preference v pořadí černý čaj - zelený - čaj oolong, ale tato tendence klesala ve starších věkových skupinách. Většina spotřebitelů preferovala černý čaj ochucený citrónem, pokud k tomuto produktu nebyla poskytnuta informace. Když byla přidána informace, že větší přínos pro zdraví má pití čistého čaje, většina inklinovala k přijetí této informace a výběru čaje podle ní. Tato studie tedy prokázala, že nejen sensorické vlastnosti, ale také informovanost ovlivňuje výběr a oblibu čaje.

Cloughley [29] se věnoval sensorickým změnám a změnám v chemickém složení čaje při skladování. Tato studie se zabývala středoafriickým čajem komplexně i z hlediska ceny. Přesto bylo prokázáno, že skladování po dobu 5 měsíců mělo vliv na úbytek theaflavinu a tím i ke zhoršení kvality a hodnocení černého čaje. Obsah kofeinu se nezměnil.

Lee a kol. [30] hodnotili sensorické vlastnosti a atraktivitu pro spotřebitele u zelených čajů, kde byl snížen obsah kofeinu. Obsah kofeinu byl ve vzorcích 10 %, 35 %, 60 % a 100 %. Sensorického testování se účastnily dvě skupiny hodnotitelů, jedna měla 52 a druhá 40 členů. Větší skupina testovala všechny čaje, menší pouze originální zelený čaj. Ač byla poněkud potlačena komplexní chuť snížením kofeinu, skupina, která testovala všechny čaje, jasně upřednostnila čaj bez kofeinu.

Lee a Chambers [31] zveřejnili studii, jak přijímají zelený čaj konzumenti v USA. Ve studii spotřebitelé hodnotili 6 vzorků zeleného čaje z Číny, Japonska, Koreje. Bylo zjištěno, že američtí spotřebitelé upřednostňují čaj s nižší intenzitou chuti a nižší intenzitou hořkosti.

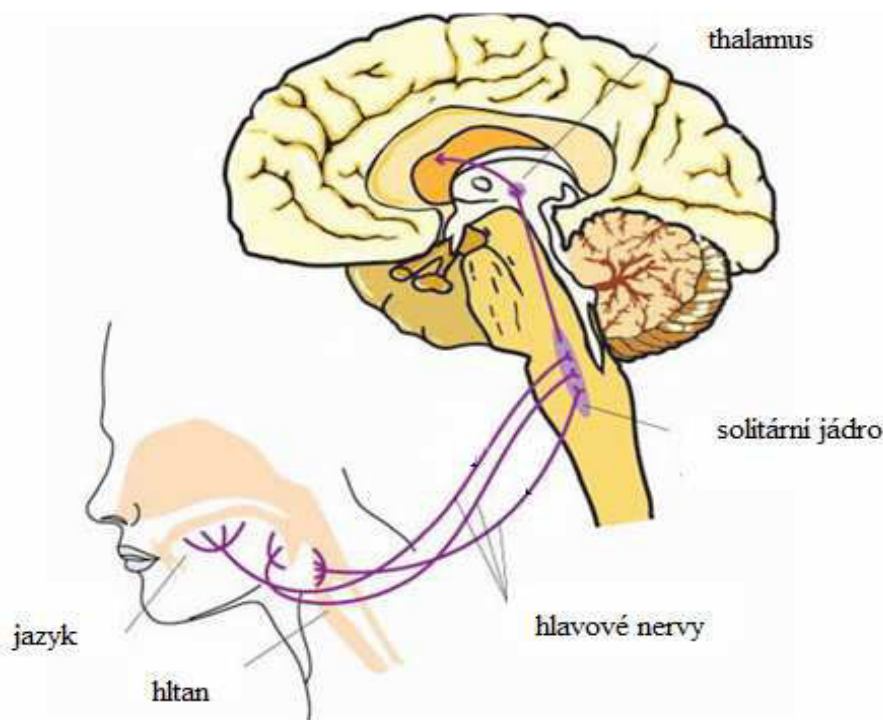
Wang a kol. [32] uveřejnili studii, která měla za úkol vytvořit jednoduché a spolehlivé metody k rozlišení čajů. Pro studii bylo vybráno 56 druhů různých zelených, oolong a černých čajů z různých zemí. Ty byly potom analyzovány mikroextrakcí tuhou fází a plynovou nebo kapalinovou chromatografií a určoval se obsah katechinů a těkavých chuťových látek. Obsah katechinů nebyl k rozlišení vhodný, protože se příliš nelišil. Zjištěním bylo, že změna proběhla u chuťových látek v souvislosti se stupněm fermentace. Pokud se měřilo pět látek – „trans-2-hexenal, benzaldehyd, methyl-5-hepten-2-on, methyl salicylát a indol“ bylo možné podle obsahu určit, zda jde o nekvašené nebo fermentované čaje a pokud šlo o „trans-2-methyl salicylát a hexenal“ šlo rozlišit polo a plně fermentované čaje. Dále bylo možné pomocí SPME-GC analýzy rozlišit pravé jasmínové čaje od nepravých.

## **2.3 Sensorická analýza**

Sensorické posuzování za dobu své existence prošlo velkým vývojem. Zpočátku to byly jednoduché postupy ke kontrole kvality v některých potravinářských provozech. Dnes je sensorické hodnocení vědeckou disciplínou a součástí výzkumu, vývoje i každodenní praxe v potravinářských i nepotravinářských organizacích. V potravinářských podnicích existují

pracovní pozice, jejichž náplní je přímo sensorické posuzování výrobků pocházejících z každodenní výroby [2].

Sensorická analýza je hodnocení potravin bezprostředně lidskými smysly, včetně zpracování výsledků lidským centrálním nervovým systémem. Analýza probíhá za takových podmínek, aby bylo zajištěno objektivní, přesné a reprodukovatelné měření [14].



**Obr. 7:** Znáznornění centrálních chuťových drah [48]

Již v minulosti existovala skupina osob – tzv. košterů, kteří se zabývali sensorickým posuzováním. Většinou se věnovali úzce vymezené oblasti výrobků (parfumérie, koření, káva, čaj, pivo, víno, likéry aj.). Tito lidé měli rozsáhlé zbožíznalecké znalosti a zkušenosti. K rozšíření sensorického posuzování došlo až ve 20. století. V potravinářském a nápojovém průmyslu byl rozpoznán potenciál sensorického posuzování. Ve 40. a 50. letech minulého století podporovala rozvoj sensorického hodnocení potravin armáda USA, protože podporovala výzkum a vývoj v oblasti přijatelnosti potravin, kterými zabezpečovala armádu. K rozvoji sensorického posuzování docházelo dále v 60. a 70. letech minulého století při industrializaci potravinářského průmyslu.

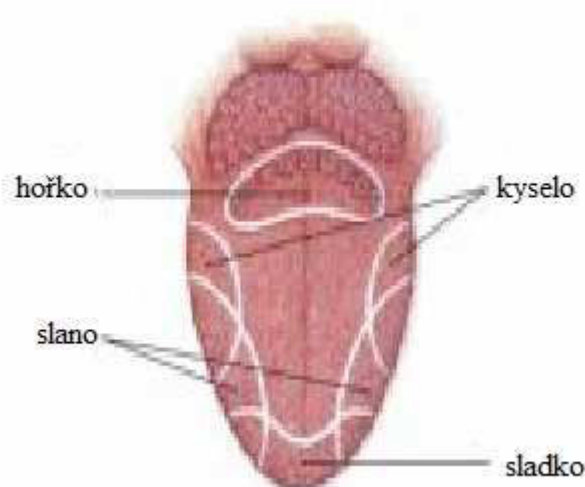
Dalším logickým krokem v oblasti sensorického hodnocení byla standardizace požadavků na laboratoře, požadavků na jednotlivé sensorické zkoušky, i celý postup experimentů. Dále to bylo formulování kritérií pro posuzovatele, aby mohl sensorickou analýzu v daném oboru a na dané úrovni provádět. Proces standardizace zkoušek, metod a výcviku posuzovatelů je podřízen mezinárodním normám ISO, z nichž řada je převzata i do systému českých technických norem (ČSN ISO).

Dalším posunem ve vývoji sensorického hodnocení bylo zavedení informačních technologií, které nabízejí celou škálu matematicko-statistických metod (zejména vícerozměrných metod jako jsou metoda hlavních komponent, faktorová analýza, shluková analýza, diskriminační analýza aj.) a tím přispívají k úspěchu sensorické analýzy a ke správnosti jejích závěrů

[2, 7, 14]. Pro senzorickou analýzu nápojů, tedy i čajů jsou důležité především tři smysly a to chuť, čich a zrak.

### 2.3.1.1 Smysl chuťový a chuť

Chemické receptory v ústní dutině tvoří chuťový smysl. Savci, tedy i člověk, jsou vybaveni pěti typy receptorů specializovaných k vnímání pěti základních chutí – sladké, slané, kyselé, hořké a umami a jejich různé kombinací. Tato schopnost přináší nejen různé pocity, ale i další a užitečné informace o konzumované potravě. Vlastní receptory jsou uloženy v chuťových pohárcích. Mimo pěti základních chutí se dále řadí mezi základní chuť ještě chuť kovová připisovaná působení kovů (např. železnatých solí). Dále jako jednoznačnou chuť lze rozeznat ještě chuť trpkou a svíravou způsobenou polyfenolickými látkami. Záleží však také na vyjadřovacích schopnostech jazyka, jak lze popsat chuť [2, 7, 14, 21].



**Obr. 8:** Chuť[50]

Vlastní chuťový vjem se vytváří v mozkové kůře a je kombinací tří smyslových vstupů:

- z chuťových receptorů,
- z čichových receptorů,
- somatosenzorických informací z ústní dutiny (poskytují informace o struktuře potravin).

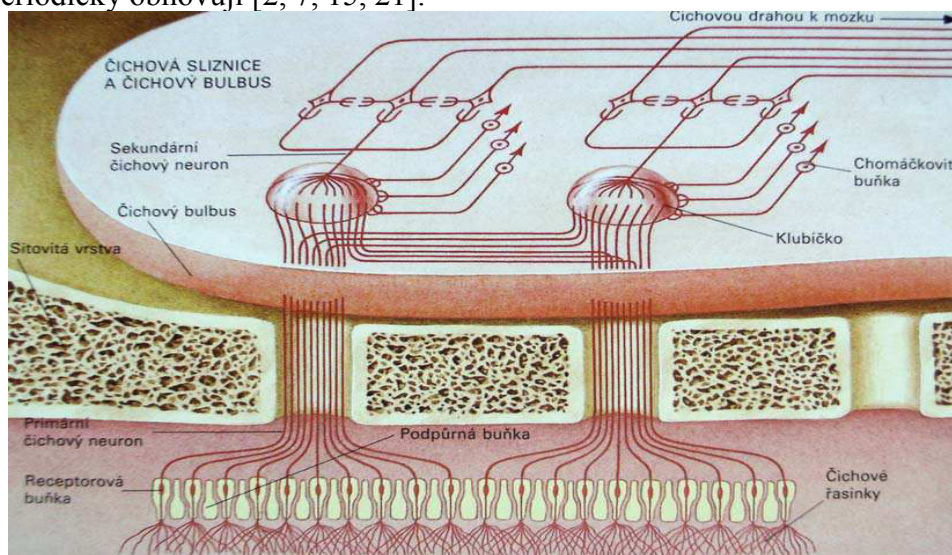
Není jistě bez zajímavosti, že asi 70 – 85 % toho, co se považuje za chuťový vjem, jsou ve skutečnosti vjemy čichové, které jsou vyvolány těkavými látkami uvolňovanými z potravin, které pronikají z úst do nosní dutiny a dráždí chuťové receptory [2].

### 2.3.1.2 Smysl čichový

Čich je velmi starý smysl. Člověk oproti jiným živočichům nemá tento smysl tak dokonale vyvinutý. Hlavní čichový systém zprostředkovává chemické informace z vnějšího prostředí a výrazně ovlivňuje emoční stavy a chování jedince. Schopnost vnímat vůně začíná v místě dvou malých plošek na horní skořepě nosní dutiny po stranách nosu, přibližně pod úrovní očí. Receptorové buňky mají na sobě miniaturní výběžky, které nesou na svém povrchu bílkoviny schopné reagovat s molekulami vůní. Čich je při posuzování rozmanitých smyslových projevů potravin důležitý ze dvou hledisek. V první řadě ho lze považovat z estetického hlediska za



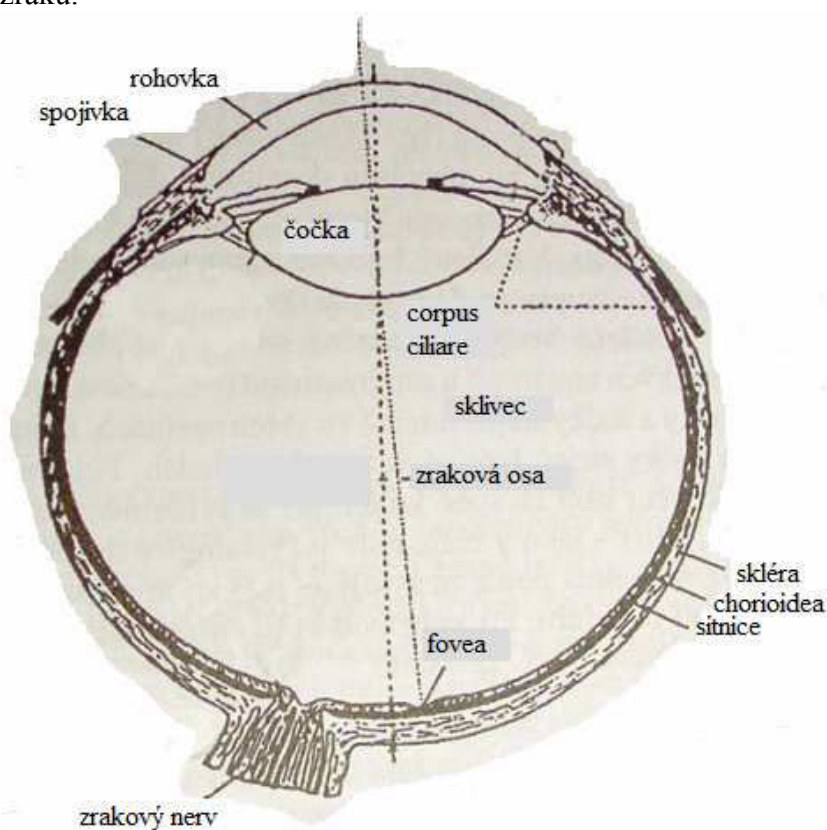
kvalitativní faktor hodnocení jakosti aroma, esencí a potravin. V druhé řadě slouží čich jako indikátor pachových vjemů poskytujících kvalitativní a kvantitativní údaje o možnosti ovlivnění zdraví člověka. Citlivost k vnímání vůní je u každého jedince jiná a ještě je ovlivněna fyziologickým a psychickým stavem a dalšími faktory. Čichové neurony se u savců periodicky obnovují [2, 7, 15, 21].



**Obr. 9:** Schematické znázornění rozmístění receptorových buněk a čichového laloku [51]

### 2.3.1.3 Smysl zrakový

Zrak je dalším smyslem důležitým pro senzorickou analýzu. Pro člověka je asi nejdůležitějším smyslem, protože asi 80 % všech informací z okolí získává člověk prostřednictvím zraku.



**Obr. 10:** Horizontální řez pravého oka [52]

Pro zrakové vnímání je důležitá intenzita světla. Oko je schopné u zrakového podnětu rozeznávat barevný tón, odstín, světlost a sytost barvy [2, 7, 14].

Proces smyslového vnímání neprobíhá v jednom okamžiku. Proces sensorického posuzování, který probíhá v dutině ústní při konzumaci potravin a nápojů, má několik etap a celý proces může trvat od desítek sekund po minuty:

- manipulace rukou (příborem) a přivonění při podávání sousta do úst,
- ukousnutí sousta anebo vpravení tekutiny lžící nebo z nádoby,
- žvýkání sousta nebo pouze pohyb po ústní dutině (u kapalných materiálů), sousto se mísí se slinami, vyrovnává se teplota materiálu s teplotou ústní dutiny,
- uvolnění sensoricky aktivních látek při žvýkání a rozpouštění ve slinách,
- sousto dostává kašovitou konzistenci, mění se viskozita kapalin,
- při dalších pohybech v ústní dutině se uvolňují těkavé látky přicházející do nosní dutiny,
- sensoricky aktivní látky musí proniknout k receptorům,
- sensoricky aktivní látky reagují s receptory, ustavuje se rovnovážný stav mezi adsorpcí a desorpcí,
- sousto je spolknuto, sensoricky aktivní látky se přestávají uvolňovat,
- sensoricky aktivní látky se odstraňují z receptorů vyplavením slinami a jejich polykáním, z nosní dutiny vydechováním.

Při celém procesu se uplatňují jednak receptory chuti, čichu, ale i mechanoreceptory a termoreceptory, ze kterých dokáže centrální nervová soustava vytvořit komplexní vjem [2].

### 2.3.2 Podmínky pro sensorickou analýzu

Česká technická norma ČSN ISO 8589 (Obecná směrnice pro uspořádání sensorického pracoviště) upravuje uspořádání sensorického pracoviště. Popisuje požadavky na uspořádání zkušební místnosti, přípravny a kanceláře a specifikuje nutné nebo žádoucí podmínky. Smysl normy spočívá ve vytvoření stálých, kontrolovaných podmínek s minimem rušivých vlivů, vedoucích ke snížení účinků, které by mohly mít vliv na lidský úsudek, psychologické faktory a fyzikální podmínky a v konečném důsledku by mohly snížit objektivnost výsledku sensorického posouzení.

Typická zkušební místnost zahrnuje:

- zkušební prostor (lze vykonávat činnost jednotlivě v kójkách a ve skupinách),
- přípravný prostor,
- kancelář,
- šatnu,
- odpočívárnu,
- WC

Minimální požadavky na prostor pro sensorické posuzování jsou:

- zkušební prostor
- přípravný prostor.

Zkušební prostor musí být umístěn v bezprostřední blízkosti přípravného prostoru a je vhodné, aby oba tyto prostory na sebe navazovaly, ale odděleně. Teplota a relativní vlhkost

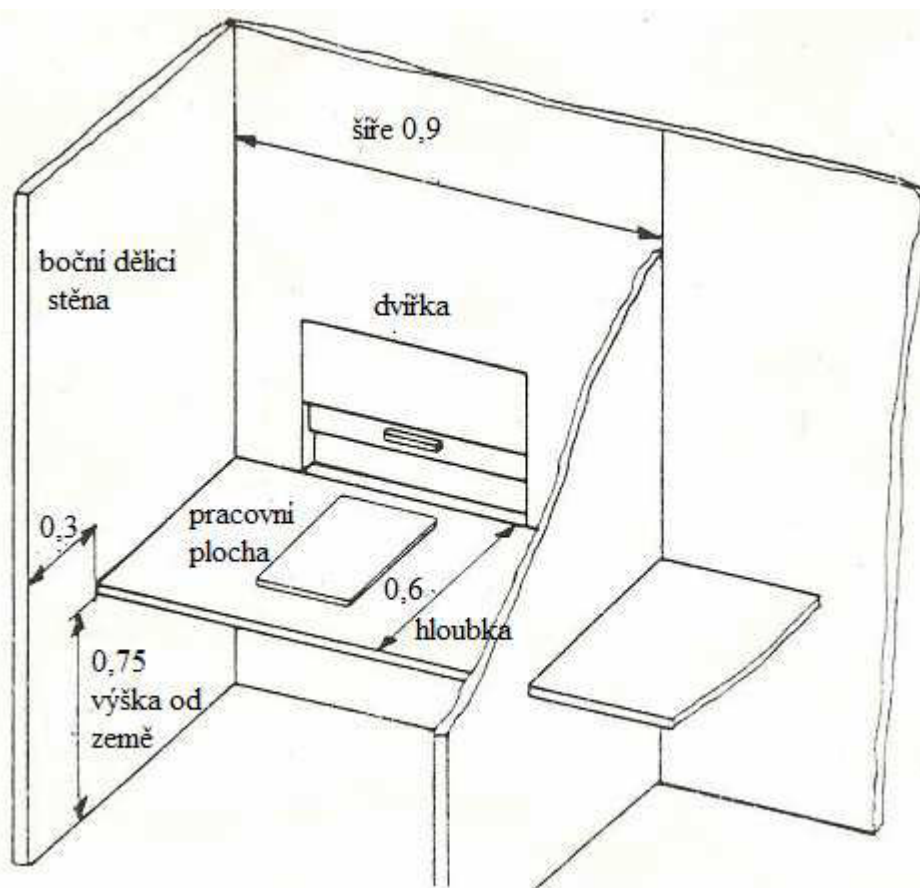
zkušebního prostoru musí být stálé, musí být udržován prostý pachů, barva stěn a zařízení zkušebního prostoru musí být neutrální, k osvětlení je doporučováno světlo, které má barevnou teplotu 6500 K, často je místnost zvukotěsná.

Pro zamezení rušivých vlivů a k zamezení komunikace mezi posuzovateli jsou využívány individuální zkušební kóje Obr.11. Minimální počet kójí jsou tři, ale běžně jich bývá pět až deset. Kóje mohou být stálé, nebo přenosné. Kóje musí mít číslo nebo značku, aby byla možná identifikace a umístění posuzovatelů [2, 7, 15].

Pracovní plocha v každé kóji musí být dostatečně prostorná pro pohodlné umístění

- vzorků,
- pomůcek,
- plivátek nebo výlevky,
- neutralizačních prostředků,
- formulářů a psacích potřeb,

Musí poskytovat dostatek prostoru ke kompletaci dotazníku, nebo umístění výpočetní techniky pro přenos výsledků.



**Obr. 11:** Uspořádání senzorické kóje[53]

### 2.3.3 Metody senzorické analýzy

Většina metod je normalizovaná, tj. jejich průběh a požadavky stanovují české technické normy (vycházející z mezinárodních standardů - ČSN ISO), popř. mezinárodní standardy (ISO).

- Metody se volí podle toho, co bude hodnoceno.

Nejpoužívanější metody v senzorické analýze lze rozdělit do tří základních skupin:

- rozlišovací zkoušky,  
stanovují rozdíl mezi předkládanými vzorky,
- zkoušky používající stupnice a kategorie,  
slouží k odhadu stupňů, do nichž jsou vzorky zařazovány,
- deskriptivní (popisné) zkoušky,  
jsou používány k identifikaci zvláštních senzorických znaků přítomných ve vzorku.

Mezi další metody senzorického posuzování patří hodnocení volným slovním popisem a využívanými zkouškami je hodnocení jakosti a zařazování do jakostních tříd.

#### 2.3.3.1 Rozlišovací metody

Tyto metody se užívají ke stanovení rozdílu mezi předkládanými vzorky. Užívají se obvykle k posouzení, zda se dva výrobky od sebe liší ve stanoveném senzorickém znaku, preferencích, nebo je možné stanovovat i směr rozdílu (který z nich je sladší, kyselejší, preferovanější apod.). Před vlastní zkouškou je třeba stanovit hladinu pravděpodobnosti, která u rozlišovacích zkoušek bývá 99 – 99,9 % a u preferenčních zkoušek se volí hladina pravděpodobnosti 95 %. Tento rozhodovací proces se týká dvou výrobků, ale jednotlivé metody se liší zejména počtem předložených vzorků (v jednotlivých metodách může být od jednoho výrobku předloženo více vzorků). K nejpoužívanějším rozlišovacím zkouškám patří:

- párová porovnávací zkouška,
- zkouška duo-trio,
- trojúhelníková zkouška,
- další zkoušky s více jako třemi vzorky (tetrádová zkouška, zkouška dva z pěti, čtyř z deseti aj.),
- zkouška „A“ nebo „ne A“ [2, 7, 13].

#### 2.3.3.2 Pořadová zkouška

Pořadová zkouška se řídí normou ČSN ISO 8587 - *Senzorická analýza – Metodologie - Pořadová zkouška*.

Norma popisuje metodu senzorického hodnocení zkoušených vzorků s cílem uspořádání série zkoušených vzorků do pořadí. Metoda je použitelná k provádění více vzorkového rozdílové zkoušení s použitím kritéria intenzity jednotlivých vlastností nebo celkového dojmu. Umožňuje stanovit vlivy různých surovin, vlivy výrobní technologie, vliv manipulace, balení a skladování. Lze ji využít i při výcviku posuzovatelů.

Počet posuzovatelů závisí na účelu zkoušky, ale při každé zkoušce jich musí být nejméně pět se stejnou úrovní kvalifikace.

Posuzovatelé obdrží řadu vzorků v náhodném uspořádání a úkolem je seřadit vzorky podle intenzity zkoumaného znaku. Počet vzorků činí 2 – 6 při posouzení chutě, 4 – 10 při posouzení vůně a 10 – 30 při posouzení barvy, podle stupně zaškolení posuzovatele [2, 3, 8, 41].

#### **2.3.3.3 Profilový test (deskriptivní zkoušky)**

Tyto zkoušky slouží k identifikaci a případně kvantifikaci, zvláštních sensorických znaků přítomných ve vzorku.

Sensorický profil znamená zhodnocení potraviny na základě dílčích vlastností, tzv. deskriptorů.

Hodnotitel rozdělí celkový vjem na dílčí vjemy, určuje jejich intenzitu (příjemnost) podle předem dané stupnice.

Výběr vhodných deskriptorů:

- pro méně zkušené hodnotitelé 6-12, pro experty 10-30.
- zvolení vhodné stupnice – grafické nebo kategorové ordinální, počet stupňů podle zkušenosti hodnotitele.

Výsledky profilového testu se vyjadřují nejlépe graficky [54].

#### **2.3.3.4 Hodnocení s použitím stupnic**

Metody hodnocení s použitím stupnic jsou v praxi nejpoužívanější, protože jimi lze lépe kvantifikovat jakostní rozdíly mezi vzorky. Také jsou vhodné v situaci, kdy se musí transformovat velký počet jednotlivých sensorických vjemů do jim odpovídající kvantitativní formy. Stupnice je kontinuum, rozdělené do po sobě jdoucích hodnot, které může být grafické, popisové nebo číselné, používané k vyjádření úrovně vlastnosti. Rozeznávají se dva typy stupnic:

- stupnice intenzitní  
k posouzení intenzity určitého sensorického znaku,
- stupnice hedonické  
k posouzení stupně příjemnosti nebo nepříjemnosti.

V této práci byla pro hodnocení jednotlivých vlastností různých druhů čajů použita kategorová ordinální stupnice s popisem jednotlivých stupňů (viz. formulář v příloze č. 8.2).

**Ordinální (pořadové) stupnice** jsou v praxi nejběžněji používané. Jedná se o stupnice, kde se intenzita, kvalita nebo příjemnost určité vlastnosti mění daným směrem, jednotlivé body (kategorie, stupně) jsou uspořádány do předem stanoveného, orientovaného a obvykle plynulého postupu (posloupnosti). Údaj z ordinální stupnice vypovídá nejen, zda se dvě úrovně sobě rovnají či nikoliv, je možné navíc stanovit také pořadí zkoumaných prvků, ale velikosti intervalů (vzdálenost mezi sousedními stupni) nejsou přesně kvantifikovány a nejsou stejné.

### 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem experimentální části je identifikovat vybrané alergenní vonné látky pomocí analytické metody SPME-GC v reálných vzorcích potravin a zhodnotit jejich chuť a vůni pomocí vybraných senzorických metod.

#### 3.1 Laboratorní vybavení

##### 3.1.1 Chemikálie

K práci bylo použito 26 standardů alergenních vonných látek v Tab. 1.

*Tab. 1: Standardy vonných alergenních látek*

Č.	NÁZEV	ČISTOTA	DODAVATEL
1	• $\alpha$ -Amylcinnamaldehyd	97%	Sigma-Aldrich
2	• amylcinnamyl alkohol	85%	Fluka Analytical
3	• anýzalkohol	98%	Sigma-Aldrich
4	• benzylsalicylát	99%	Fluka Analytical
5	• benzylalkohol	99 %	Alfa Aesar
6	• benzylbenzoát	99 %	Alfa Aesar
7	• benzylcinnamát	99 %	Alfa Aesar
8	• cinnamaldehyde	$\geq 93 \%$	SAFC Supply Solution
9	• cinnamylalkohol	98 %	Alfa Aesar
10	• citral, cis + trans	95 %	Alfa Aesar
11	• citronelal	96 %	Alfa Aesar
12	• eugenol	99 %	Alfa Aesar
13	• farnesol	95%	Merck
14	• geraniol	97 %	Alfa Aesar
15	• $\alpha$ -hexylcinnamaldehyd	$\geq 95 \%$	SAFC Supply Solution
16	• 7-hydroxycitronellal	$\geq 95 \%$	Fluka Analytical
17	• isoeugenol, cis + trans	98 %	Alfa Aesar
18	• $\alpha$ -isometylionon	85%	Fluka Analytical
19	• kumarin	98 %	Alfa Aesar
20	• limonen	97 %	Alfa Aesar
21	• linalool	97 %	Alfa Aesar
22	• metyl 2-oktynoát	99%	Sigma-Aldrich
23	• lilial		Sigma-Aldrich
24	• lyral	97%	Sigma-Aldrich
25	• oakmoss extrakt		Fluka Analytical
26	• treemoss extrakt		Fluka Analytical

### 3.1.1.1 Rozpouštědla

- heptan  $\geq 99\%$  Sigma-Aldrich

### 3.1.2 Plyny

- dusík 5.0 SIAD v tlakové láhvi s redukčním ventilem a kovovou membránou
- vodík 5.5 SIAD v tlakové láhvi s redukčním ventilem
- vzduch 5.0 SIAD v tlakové láhvi s redukčním ventilem pro kyslík

### 3.1.3 Přístroje a pracovní pomůcky

- Plynový chromatograf TRACE GC (ThermoQuest Italia S. p. A., Itálie)
- Analytické digitální váhy GR-202-EC, HELAGO
- Vodní lázeň, SPME vlákno se stacionární fází CAR<sup>TM</sup>/PDMS o tloušťce 85  $\mu\text{m}$ , SUPELCO
- Automatické pipety BIOHIT PROLINE, 0,5-10  $\mu\text{l}$ ; 10-1000  $\mu\text{l}$ ; 100-1000  $\mu\text{l}$
- Vialky o objem 4 ml se šroubovacím uzávěrem a septem

## 3.2 Podmínky SPME-GC-FID

Tab. 2: Podmínky GC-FID analýzy

<b>Plynový chromatograf</b> TRACE GC	ThermoQuest Italia S. p. A., Itálie S plamenově ionizačním detektorem a split/splitless injektorem
<b>Kolona</b>	kapilární DB-WAX (30 m x 0,32 mm x 0,5 $\mu\text{m}$ ) s teplotním limitem od 20 $^{\circ}\text{C}$ do 240 $^{\circ}\text{C}$ (250 $^{\circ}\text{C}$ )
<b>Nosný plyn</b>	dusík s průtokem 0,9 $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$
<b>Injektor</b>	250 $^{\circ}\text{C}$ , dávkování pomocí splitless s konstantní teplotou v celém injektoru, ventil uzavře po dobu 5 minut

Tab. 3: Teplotní program GC

Teplotní program GC		
Počáteční teplota	40 $^{\circ}\text{C}$	1 min
Vzestupný gradient	5 $^{\circ}\text{C}$ , do 220 $^{\circ}\text{C}$	28 min
Celková doba analýzy	65 min	

Tab. 4: Detektor

Plamenově ionizační detektor (FID)	
Teplota	220 $^{\circ}\text{C}$
Průtok vzduchu	350 $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$
Průtok vodíku	35 $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$
Make-up dusíku	30 $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$



**Tab. 5: Optimalizované podmínky SPME extrakce**

Typ SPME vlákna	Carboxen/Polydimethylsiloxan (CAR <sup>TM</sup> /PDMS), tloušťka 85 µm
Extrakční postup	Headspace (HS-SPME)
Extrakční teplota (teplota vodní lázně)	35 °C
Doba dosažení rovnováhy	20 min
Doba extrakce	30 min

### 3.3 Reálné vzorky potravin-čajů

Náhodně bylo vybráno deset různých vzorků sypaných aromatizovaných bylinných čajů v Tab.6, které byly analyzovány testovanou metodou SPME-GC-FID. Vzorky byly zakoupeny v běžné obchodní síti OXALIS, uchovávány a připravovány dle pokynů vyznačených na obale.

**Tab. 6: Analyzované potravinářské výrobky - čaje**

Sypané čajové směsi			
Název	Typ čaje	Složení	Země původu
<b>Amaretto pomeranč</b>	Sypaný černý čaj, aromatizovaný, ochucený	Pravý černý čaj, rozinky, kousky pomerančové kůry (min. 6,9%), plátky mandlí, kousky bílé čokolády, aroma amaretta (min. 1,9%), aroma, květy šafránu	Vietnam
<b>Mate Elixír mládí</b>	Sypaný bylinný čaj, aromatizovaný	Mate (min. 82%), kousky papáji, aroma, plody Goji, kousky malin, kousky divizny, listy ginkgo, kousky santalového dřeva, květy chrpy	Brazílie
<b>Energy Tea Guarana</b>	Sypaný bylinný čaj, aromatizovaný	Slupky šípku, kousky jablek, ibišek, guarana (min. 15%), lístky ostružníku a meduňky, vousatka citronová, aroma	Česká republika
<b>Mate Šamanův oheň</b>	Sypaný bylinný čaj, aromatizovaný	Pražené mate (min. 68,2%), kousky zázvoru, aroma, plátky pomeranče, bílý pepř, plody Goji, červený pepř, květy pivoňky, kousky santalového dřeva, chilli papričky, květy bodláku a slunečnice	Brazílie
<b>Pu-Ehr Fitness</b>	Sypaný černý čaj, aromatizovaný, ochucený	Černý čaj Pu-Ehr (min.85,2%), šípkové oplodí, kousky jablka, zelené mate, aroma, vousatka citrónová	Čína



<b>Rooibos Citrus-zázvor</b>	Sypaný bylinný čaj, aromatizovaný	Rooibos (min. 76,2%), kousky pomerančové kůry (min.5,7%) a papáje, aroma, červený pepř, kousky santalového dřeva, zázvoru (min. 1,9%) a ženšenu, květy pomerančovníku, chrpy a levandule	Jihoafrická republika
<b>Rooibos Omamná skořice</b>	Sypaný bylinný čaj, aromatizovaný	Rooibos (min. 79,9%), kousky citrónové kůry, aroma, kousky skořice (min. 3,1%)	Jihoafrická republika
<b>Rooibos Rakytníkový keř</b>	Sypaný bylinný čaj, aromatizovaný	Rooibos (min. 81,9%), rakytník řešetlakový (min. 10,2%), aroma, květy slunečnice a bodláku	Jihoafrická republika
<b>Růžová zahrada</b>	Sypaný černý čaj, aromatizovaný, ochucený	Černý čaj, květy růže (min. 3%), rozinky, kousky meruňky a manga, aroma	Čína
<b>Žhavá poušť</b>	Sypaný černý čaj, aromatizovaný, ochucený	Pravý černý čaj, plátky citrónu, vousatka citrónová, přírodní aroma, kousky zázvoru, pepř bílý, květy kaktusu, červený pepř, kousky santalového dřeva, lístky Aloe, květy bodláku	Vietnam

### 3.4 Pracovní postupy

Jednotlivé druhy čajů v množství jedné čajové lžice byly zality 1,5 dcl vroucí vody a louhovány cca 3-5 minut.

#### 3.4.1 Příprava reálného vzorku pro identifikaci a kvantifikaci vonných látek

Z vylouhovaného čaje (kapalný reálný vzorek) byl odebrán 1 ml a umístěn do vialky se šroubovacím uzávěrem a plynotěsným septem. Vzorky pevného skupenství-čaje-byly rozdrceny a rozmělněny v třecí misce s tloučkem. Navážené množství (0,3 g) tohoto reálného vzorku bylo umístěno do vialky se šroubovacím uzávěrem a plynotěsným septem.

#### 3.4.2 Sorpce a desorpce vonných látek

Vialka s připraveným vzorkem (1 ml) byla umístěna do vytemperované vodní lázně na extrakční teplotu 35 °C. Ve vodní lázni byla vialka ponechána 20 minut. V průběhu této doby se ve vialce ustalovala rovnováha mezi vzorkem a headspace prostorem. Poté se SPME extraktor umístil do držáku na stojanu. Do headspace prostoru nad vzorkem byla vsunuta přes septum dutá ocelová jehla s vláknem. Za pomoci pohyblivého pístu se vysunulo vlákno a aromaticky aktivní látky se po dobu 30 minut extrahovaly. Díky pohyblivému pístu bylo

vlákno zasunuto zpět do ochranné jehly a SPME extraktor byl okamžitě sejmuto ze stojanu a přenesen do nástrikové komory plynového chromatografu. Vlákno zde bylo opět vysunuto a vlivem vysoké teploty (250 °C) byly analyty desorbovány po dobu 20 minut a dále proudem nosného plynu unášeny na kolonu.

### 3.4.3 Vyhodnocení SPME-GC

Identifikace a kvantifikace získaných vonných látek byla provedena pomocí standardů.

Kvantifikace spočívala ve srovnání odpovídající plochy píků analytů a standardů o známých koncentracích.

**Koncentrace** jednotlivých AAL byla stanovena pomocí vztahu:

$$C_i = \frac{C_s \cdot A_i}{A_s}$$

Kde  $c_i$  je koncentrace vzorku v  $\mu\text{g.g}^{-1}$  případně  $\mu\text{g.ml}^{-1}$ ,  $A_i$  je plocha píku vzorku,  $c_s$  je koncentrace standardu v  $\mu\text{g.ml}^{-1}$ ,  $A_s$  je plocha píku standardu.

### 3.4.4. Statistické zpracování výsledků

Výsledky analýzy byly zpracovány v programu Microsoft Office Excel 2010 a jsou uvedeny ve formě průměr  $\pm$  sm. odchylka ( $n = 3$ ).

## 3.5 Senzorické hodnocení chuti a vůně bylinných aromatizovaných čajů.

Pro sensorické hodnocení byly vzorky připraveny dle pokynů vyznačených na obale, doba louhování cca 3-5 min. Hodnotitelům byly vzorky předloženy v kádinkách označených kódem (viz Tab. 7) v množství cca 50 ml (viz Obr. 1.)

Jako chuťový neutralizátor byla použita pitná voda.

**Tab. 7:** Označení vzorků jednotlivých čajů pro sensorické hodnocení

KÓD VZORKU	ČAJOVÁ SMĚS
G72	černý čaj-Pu-Ehr Fitness
M18	černý čaj-Žhavá poušť
T12	černý čaj-Růžová zahrada
O84	černý čaj-Amaretto pomeranč
Y91	Rooibos-citrus-zázvor
H63	Rooibos -Omamná skořice
A20	Rooibos -Rakytňákový keř
X49	Mate -Elixír mládí
R38	Mate-Šamanův oheň
S57	Bylinný čaj-Energy Tea-Guarana



**Obr. 12:** Ukázka senzorického hodnocení čajů

Chuť, vůně a celková senzorická kvalita vzorků byly hodnoceny pomocí sedmibodové kategorové ordinální stupnice hedonického typu (1 – vynikající  $\Rightarrow$  7 – nepříjemný). Pomocí profilového testu bylo hodnoceno 9 vybraných deskriptorů chuti (ovocná, nasládlá, hořká, trpká, kořeněná, hnilobná, bylinná, typická a příp. jiná) a 3 deskriptory vůně (ovocná, bylinná, charakteristická) podle sedmibodové kategorové ordinální stupnice (1 – neznatelná intenzita  $\Rightarrow$  7 – velmi silná intenzita). Hodnotící formulář je uveden v příloze č. 8.4.

Hodnocení se zúčastnilo celkem 11 hodnotitelů z řad studentů FCH VUT v Brně. Získaná data byla vyhodnocena pomocí programu Microsoft office excel 2010. Výsledky jsou vyjádřeny jako medián ( $n=11$ ) a graficky zpracovány formou sloupcových grafů.

## 4. VÝSLEDKY A DISKUSE

Tato práce navazuje na diplomové práce [95, 96], v nichž se autoři také zabývali problematikou stanovení alergenních vonných látek. Bylo vybráno vhodné SPME vlákno, které se osvědčilo při extrakci těkavých vonných látek. Pro metodu SPME byly stanoveny optimální extrakční podmínky, aby bylo dosaženo co největšího extrakčního výtěžku. Zjištěné optimální podmínky metody SPME-GC byly převzaty a aplikovány v této práci.

Celkem bylo pomocí metody SPME-GC identifikováno 26 alergenních vonných látek. Pro standardy vonných alergenních látek byly zjištěny retenční časy (identifikace), další parametry byly náplní předchozích diplomových prací.

### 4.1 Standardy vonných látek použité pro identifikaci

Všechny použité alergenní standardy byly naředěny do jedné separátní vialky a proměřovány pomocí metody SPME-GC. Pro každou alergenní vonnou látku se zvolilo vhodné rozpouštědlo a z chromatogramů daných standardů byly zjištěny jejich retenční časy.

Zásobními roztoky standardů vonných látek – citralu a isoeugenolu, byly směsi cis a trans izomerů. V chromatogramech těchto látek byly identifikovány dva píky. Nebylo možno stanovit, který z píků chromatogramu odpovídá kterému izomeru, proto jsou tyto píky zapsány jako:  $\alpha$ -amylcinnamyl, Citral 1 a 2, Lyrál, Farnesol 1,2,3.

*Tab. 8: Retenční časy alergenních standardů*

Identifikace alergenních vonných látek	Alergenní standard	Retenční časy [min]	Rozpouštědlo
1	limonen	14,76	heptan
2	$\alpha$ -amylcinnamyl alkohol	21,13	
3	linalool	23,5	
4	methyl 2-oktanoát	26,13	
5a	citral 1	27,04	
5b	citral 2	28,13	
6	citronellol	28,61	
7	geraniol	30,40	
8	$\alpha$ -isomethylionon	30,85	
9	benzyl alkohol	31,29	
10	7-hydroxycitronellal	32,41	
11	cinnamaldehyd	34,78	
12	lyral cis-trans	44,28 / 44,75	
13	eugenol	36,94	
14a	isoeugenol 1	38,7	

15	$\alpha$ -amylcinnamaldehyd	38,87	heptan
16	anisol	39,29	
17	cinnamyl alkohol	39,41	
18	farnesol 1,2,3	39,71 / 39,97 / 40,67	
14b	isoeugenol 2	40,88	
19	$\alpha$ -hexylcinnamaldehyd	41,25	
20	coumarin	44,65	
21	lilial	34,5	
22	benzyl benzoát	59,29	
23	benzyl salicylát	60,47	
24	benzyl cinnamát	52,29	

## 4.2 Identifikace vonných látek ve vzorcích čajů

Pro zkoumání alergenních vonných látek v čajích byla náhodně vybrána skupina vzorků čajů, které byly podrobeny analýze pomocí metody SPME-GC. Na obale těchto potravin uvádí výrobce většinou pojem „bylinný sypaný čaj, aromatizovaný“. Proto mohou obsahovat i některé z výše uvedených alergenních vonných látek. Jak je patrné z níže uvedených výsledků, tento předpoklad byl správný.

Vzorky čajů byly analyzovány jednak přímo v suchém stavu a potom i samotný nápoj získaný vylouhováním sušené směsi. Každý vzorek byl proměřen třikrát. Sledované alergenní vonné látky byly z chromatogramů reálných vzorků identifikovány na základě retenčních časů standardů (viz Tab. 8). Přehled identifikovaných sloučenin v jednotlivých vzorcích je uveden v Tab. 9 – 11.

Nejvíce vonných látek bylo identifikováno v čaji Mate Šamanův oheň, který mimo praženého mate obsahoval dále zázvor, pomeranč, bílý pepř, červený pepř aj., a to jak ve výluhu tohoto vzorku, tak i v suché směsi. Nejméně identifikovaných vonných látek bylo v čaji Růžová zahrada, v jehož složení převládaly především květy růže, rozinky, meruňky a Energy Tea Guarana, který obsahoval min 15% guarany a zbytek tvořily listy ostružníku a meduňky.

Téměř v každém ze vzorku sypké směsi i výluhu byl identifikován linalool, citral1, citral2, citronellol, geraniol, 7-hydroxycitronellal,  $\alpha$ -isomethylionon, isoeugenol, farnesol 1,2,3,  $\alpha$ -hexylcinnamaldehyd,  $\alpha$ -amylcinnamyl alkohol, methyl 2-oktanoát, eugenol, lilial, coumarin, benzyl benzoát.

Minimálně byl identifikován benzyl benzoát, benzyl salicylát, cinnamyl alkohol, anisol, benzyl salicylát. Převážně v sypké směsi vzorků byl identifikován vždy limonen. V žádném ze vzorků nebyl identifikován benzyl cinnamát. Pouze v jednom druhu vzorku Rooibos Omamné skořici výluhu byl identifikován linal cis-trans.

**Tab. 9:** Výskyt zkoumaných alergenních vonných látek ve vybraných čajích

Alergenní standard	Amaretto-pomeranč		Energy Tea Guarana		Mate Elixír mládí	
	Sypká směs	výluh	Sypká směs	výluh	Sypká směs	Výluh
limonen	✓		✓		✓	
$\alpha$ -amylcinnamyl alkohol			✓	✓	✓	✓
linalool	✓	✓	✓	✓	✓	✓
methyl 2-oktanoát	✓	✓	✓		✓	✓
citral 1	✓		✓	✓	✓	
citral 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
citronellol			✓	✓		✓
geraniol			✓	✓	✓	
$\alpha$ -isomethylionon	✓	✓		✓	✓	✓
benzyl alkohol	✓	✓		✓	✓	✓
7-hydroxycitronellal	✓		✓		✓	✓
cinnamaldehyd	✓	✓			✓	✓
lyral cis-trans						
eugenol					✓	✓
isoeugenol 1	✓				✓	✓
$\alpha$ -amylcinnamaldehyd	✓	✓	✓	✓	✓	✓
anisalcohol	✓				✓	✓
cinnamyl alkohol						
farnesol 1,2,3	✓	✓			✓	✓
isoeugenol 2	✓	✓			✓	✓
$\alpha$ -hexylcinnamaldehyd	✓	✓	✓	✓	✓	✓
coumarin	✓	✓				
lilial		✓		✓		
benzyl benzoát	✓					✓
benzyl salicylát	✓				✓	
benzyl cinnamát						

**Tab. 10:** Výskyt zkoumaných alergenních vonných látek ve vybraných čajích

Alergenní standard	Mate Šamanův oheň		Pu-Ehr Fitness		Rooibos Citrus- závor	
	Sypká směs	výluh	Sypká směs	výluh	Sypká směs	Výluh
limonen	✓		✓			
$\alpha$ -amylcinnamyl alkohol	✓	✓	✓	✓	✓	✓
linalool	✓	✓	✓	✓	✓	✓
methyl 2-oktanoát	✓		✓	✓		
citral 1	✓	✓	✓		✓	✓
citral 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
citronellol	✓	✓	✓		✓	✓
geraniol	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$\alpha$ -isomethylionon	✓	✓	✓	✓	✓	✓
benzyl alkohol	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7-hydroxycitronellal	✓	✓		✓	✓	✓
cinnamaldehyd	✓	✓	✓			
lyral cis-trans						
eugenol	✓	✓	✓	✓	✓	✓
isoeugenol 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$\alpha$ -amylcinnamaldehyd	✓	✓	✓	✓	✓	✓
anisalcohol		✓				
cinnamyl alkohol	✓	✓				
farnesol 1,2,3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
isoeugenol 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$\alpha$ -hexylcinnamaldehyd	✓	✓	✓	✓	✓	✓
coumarin	✓	✓	✓	✓	✓	✓
lilial				✓	✓	✓
benzyl benzoát	✓	✓	✓	✓	✓	✓
benzyl salicylát		✓	✓			
benzyl cinnamát						

**Tab. 11:** Výskyt zkoumaných alergenních vonných látek ve vybraných čajích

Alergenní standard	Rooibos Omamná skořice		Rooibos Rakytníkový keř		Růžová zahrada		Žhavá poušť	
	Sypká směs	Výluh	Sypká směs	Výluh	Sypká směs	výluh	Sypká směs	výluh
Limonen		✓			✓		✓	✓
$\alpha$ -amylcinnamyl alkohol	✓			✓			✓	✓
Linalool	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
methyl 2-oktanoát	✓						✓	✓
citral 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
citral 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
citronellol	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Geraniol	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
$\alpha$ -isomethylionon	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
benzyl alkohol		✓	✓			✓	✓	✓
7-hydroxycitronellal	✓	✓	✓					
cinnamaldehyd	✓	✓	✓					
lyral cis-trans		✓						
Eugenol	✓	✓	✓					
isoeugenol 1	✓	✓						
$\alpha$ -amylcinnamaldehyd	✓	✓	✓			✓	✓	✓
anisalcohol								
cinnamyl alkohol								
farnesol 1,2,3	✓	✓	✓			✓	✓	✓
isoeugenol 2	✓	✓		✓	✓		✓	✓
$\alpha$ - hexylcinnamaldehyd	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
kumarin	✓	✓						
Lilial			✓	✓	✓	✓	✓	✓
benzyl benzoát	✓					✓		
benzyl salicylát								
benzyl cinnamát								



### 4.3. Kvantifikace vonných látek ve vzorcích čajů

*Tab. 12: Průměrná koncentrace alergenů v jednotlivých čajích (sypká směs s/ výluh v)*

Alergenní standard	Růžová zahrada		Amaretto pomeranč	
koncentrace	Cs [μg·g <sup>-1</sup> ]	Cv [μg·ml <sup>-1</sup> ]	Cs [μg·g <sup>-1</sup> ]	Cv [μg·ml <sup>-1</sup> ]
Limonen	1,66±0,21	Nd	10,23±2,80	Nd
α-amylcinnamyl alkohol	nd	nd	nd	Nd
Linalool	0,40±0,01	0,07±0,01	8,33±0,96	0,45±0,45
methyl 2-oktanoát	nd	nd	0,07±0,01	0,03±0,02
citral 1	0,19±0,03	nq	0,17±0,01	Nd
citral 2	3,12±0,11	0,40±0,01	8,56±0,31	0,85±0,07
citronellol	0,06±0,01	0,01±0,01	nd	Nd
geraniol	2,46±0,05	0,07±0,02	nd	Nd
α-isomethylionon	0,03±0,01	0,05±0,01	0,24±0,08	0,20±0,15
benzyl alkohol	nd	0,01±0,02	0,02±0,01	0,01±0,01
7-hydroxycitronellal	nd	nd	0,08±0,06	
cinnamaldehyd	nd	nd	0,19±0,03	0,03±0,02
lyral cis-trans	nd	nd	nd	Nd
eugenol	nd	nd	nd	Nd
isoeugenol 1	nd	nd	1,17±0,64	Nd
α-amylcinnamaldehyd	nd	0,08±0,01	1,68±1,25	2,12±1,98
anisalcohol	nd	nd	0,24±0,04	Nd
cinnamyl alkohol	nd	nd	nd	Nd
farnesol 1	0,17±0,01	nq	2,35±2,09	nq
farnesol 2	0,12±0,12	0,15±0,01	2,91±2,61	5,38±5,23
farnesol 3	0,45±0,02	0,29±0,01	5,76±5,14	6,47±6,22
isoeugenol 2	0,05±0,01		0,32±0,15	0,36±1,21
α-hexylcinnamaldehyd	0,09±0,01	0,07±0,01	1,11±0,88	1,28±0,08
coumarin	nd	nd	0,11±0,08	Nq
lilial	2,20±0,47	1,10±0,16	nd	4,27±2,09
benzyl benzoát	nd	0,19±0,01	2,24±1,57	Nd
benzyl salicylát	nd	nd	0,25±0,19	Nd
benzyl cinnamát	nd	nd	nd	Nd
<b>Celková koncentrace</b>	<b>11,00±0,54</b>	<b>2,49±0,17</b>	<b>46,03±4,35</b>	<b>21,45±8,72</b>

**Tab. 13:** Průměrná koncentrace alergenů v jednotlivých čajích- (syhká směs s/ výluh v)

Alergenní standard	Rooibos Citrus-zázvor		Energy Tea Guarana	
	Cs [μg·g <sup>-1</sup> ]	Cv [μg·ml <sup>-1</sup> ]	Cs [μg·g <sup>-1</sup> ]	Cv [μg·ml <sup>-1</sup> ]
limonen	nd	nd	1,43±0,11	Nd
α-amylcinnamyl alkohol	3,35±0,21	4,45±0,16	339,98±20,71	2,23±0,05
linalool	2,04±0,02	1,49±0,06	0,22±0,01	0,07±0,01
methyl 2-oktanoát	nd	nd	0,03±0,01	Nd
citral 1	1,31±0,06	0,38±0,02	3,34±0,41	0,98±0,02
citral 2	3,37±0,41	1,36±0,65	7,57±1,04	2,22±0,06
citronellol	0,17±0,23	0,29±0,27	0,02±0,01	0,04±0,02
geraniol	0,07±0,02	0,19±0,01	0,20±0,02	0,06±0,01
α-isomethylionon	0,04±0,04	0,19±0,05	nd	0,04±0,01
benzyl alkohol	0,02±0,01	0,01±0,01	nd	0,01±0,01
7-hydroxycitronellal	0,10±0,01	0,11±0,03	0,03±0,01	Nd
cinnamaldehyd	nd	nd	nd	Nd
lyral cis-trans	nd	nd	nd	Nd
eugenol	nq	0,01±0,01	nd	Nd
isoeugenol 1	0,29±0,01	1,17±0,23	nd	Nd
α-amylcinnamaldehyd	0,22±0,02	1,04±0,24	0,05±0,01	0,11±0,01
anisalcohol	nd	nd	nd	Nd
cinnamyl alkohol	nd	nd	nd	Nd
farnesol 1	0,16±0,01	1,80±0,55	nd	nd
farnesol 2	0,18±0,02	2,22±0,66	nd	nd
farnesol 3	0,43±0,12	3,88±0,11	nd	nd
isoeugenol 2	0,05±0,01	0,65±0,23		
α-hexylcinnamaldehyd	0,12±0,11	0,52±0,11	0,04±0,01	0,06±0,01
coumarin	nq	nq	nd	Nd
lilial	0,82±0,23	Nq	nd	0,38±0,01
benzyl benzoát	0,26±0,02	14,23±13,24	nd	Nd
benzyl salicylát	nd	nd	nd	Nd
benzyl cinnamát	nd	nd	nd	Nd
<b>Celková koncentrace</b>	<b>13,00±0,63</b>	<b>33,99±13,29</b>	<b>352,91±20,74</b>	<b>6,2±0,09</b>

**Tab. 14:** Průměrná koncentrace alergenů v jednotlivých čajích- (syhká směs s/ výluh v)

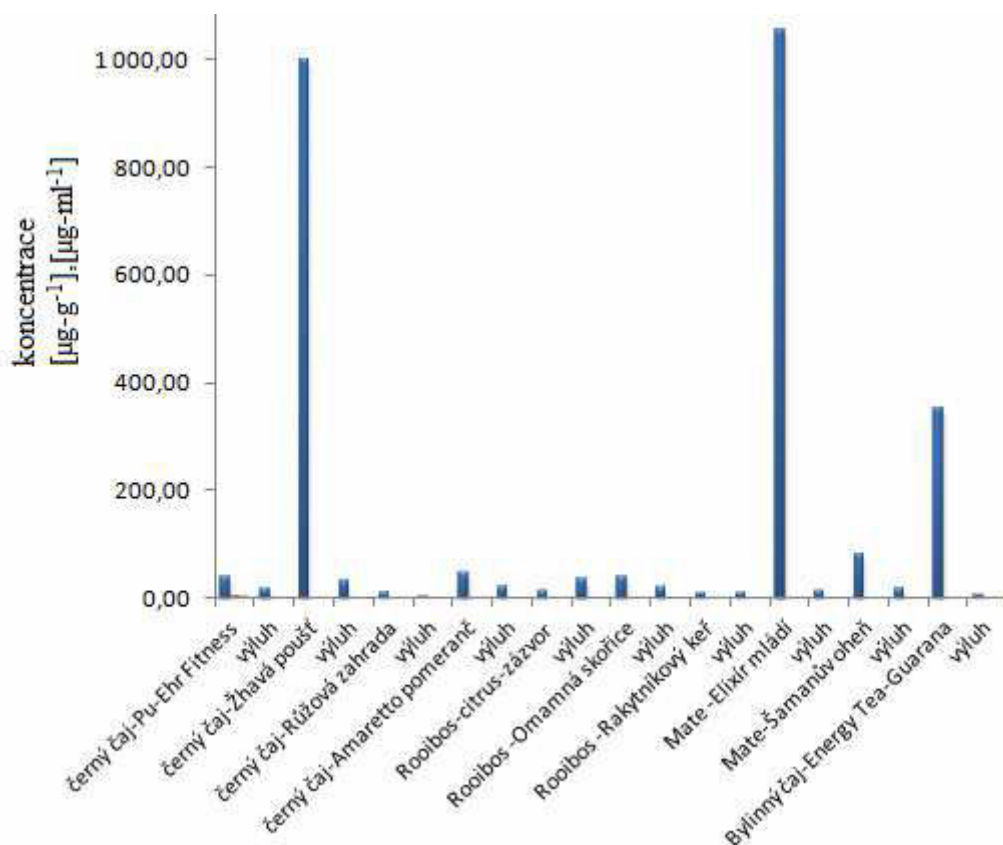
Alergenní standard	Rooibos Omamná skořice		Rooibos Rakytříkový keř	
	Cs [[ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]]	Cv [[ $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ]]	Cs [[ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]]	Cv [[ $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ]]
limonen	nd	0,02±0,01	nd	Nd
$\alpha$ -amylcinnamyl alkohol	20,57±1,19	nd	nd	2,75±0,01
linalool	1,63±0,06	0,40±0,09	0,91±0,04	0,43±0,01
methyl 2-oktanoát	0,01±0,01	nd	nd	Nd
citral 1	1,74±0,05	0,46±0,04	1,70±0,05	0,77±0,01
citral 2	2,40±0,06	0,95±0,08	3,69±0,21	1,54±0,01
citronellol	0,03±0,01	0,02±0,01	0,07±0,01	0,02±0,01
geraniol	0,07±0,01	0,07±0,01	0,33±0,02	0,14±0,01
$\alpha$ -isomethylionon	0,05±0,01	0,06±0,01	0,08±0,01	0,04±0,01
benzyl alkohol	nd	0,01±0,01	0,02±0,01	Nd
7-hydroxycitronellal	0,08±0,01	0,06±0,01	0,05±0,01	Nd
cinnamaldehyd	5,15±0,68	7,81±0,36	0,12±0,02	Nd
lyral cis-trans	nd	0,09±0,02	nd	Nd
eugenol	0,81±0,05	0,54±0,01	0,01±0,01	Nd
isoeugenol 1	0,52±0,04	1,08±0,05		Nd
$\alpha$ -amylcinnamaldehyd	0,50±0,02	0,72±0,07	0,01±0,01	Nd
anisalcohol	nd	nd	nd	Nd
cinnamyl alkohol	nd	nd	nd	Nd
farnesol 1	0,60±0,06	1,10±0,16	nq	nd
farnesol 2	0,78±0,08	1,39±0,18	0,18±0,04	nd
farnesol 3	1,55±0,21	2,60±0,30	0,32±0,03	nd
isoeugenol 2	0,52±0,05	0,57±0,03	nd	1,90±1,86
$\alpha$ -hexylcinnamaldehyd	0,40±0,05	0,60±0,06	0,06±0,01	0,21±0,09
coumarin	0,04±0,01	0,05±0,01	nd	Nd
lilial	nd	nd	nq	0,68±0,08
benzyl benzoát	1,16±0,11	nd	nd	Nd
benzyl salicylát	nd	nd	nd	Nd
<b>Celková koncentrace</b>	<b>38,61±2,77</b>	<b>18,69±1,49</b>	<b>7,55±0,48</b>	<b>8,48±2,10</b>

**Tab. 15:** Průměrná koncentrace alergenů v jednotlivých čajích- (syhká směs s/ výluh v)

Alergenní standard	Žhavá poušť		Mate Šamanův oheň	
	C[ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]	Cv [ $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ]	Cs [ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ]	Cv [ $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ]
limonen	1,28 $\pm$ 1,18	0,01 $\pm$ 0,01	24,38 $\pm$ 0,08	Nd
$\alpha$ -amylcinnamyl alkohol	977,52 $\pm$ 42,03	3,65 $\pm$ 0,28	11,33 $\pm$ 0,79	1,54 $\pm$ 0,21
linalool	0,85 $\pm$ 0,01	0,22 $\pm$ 0,01	2,40 $\pm$ 0,02	0,84 $\pm$ 0,05
methyl 2-oktanoát	0,12 $\pm$ 0,06	0,01 $\pm$ 0,01	0,12 $\pm$ 0,01	Nd
citral 1	nd	9,48 $\pm$ 0,16	2,63 $\pm$ 0,65	0,16 $\pm$ 0,01
citral 2	14,07 $\pm$ 9,26	16,14 $\pm$ 0,34	3,04 $\pm$ 0,14	0,28 $\pm$ 0,02
citronellol	0,47 $\pm$ 0,07	0,06 $\pm$ 0,01	0,28 $\pm$ 0,01	0,06 $\pm$ 0,02
geraniol	0,44 $\pm$ 0,01	0,09 $\pm$ 0,01	0,19 $\pm$ 0,01	0,06 $\pm$ 0,01
$\alpha$ -isomethylionon	0,27 $\pm$ 0,01	0,20 $\pm$ 0,03	0,15 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,03
benzyl alkohol	0,01 $\pm$ 0,01	0,01 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,01	0,01 $\pm$ 0,02
7-hydroxycitronellal	nd	nd	0,05 $\pm$ 0,01	0,05 $\pm$ 0,01
cinnamaldehyd	nd	nd	14,33 $\pm$ 0,39	1,89 $\pm$ 1,44
lyral cis-trans	nd	nd	nd	Nd
eugenol	nd	nd	2,22 $\pm$ 0,07	0,41 $\pm$ 0,01
isoeugenol 1	nd	nd	1,78 $\pm$ 0,15	1,22 $\pm$ 0,01
$\alpha$ -amylcinnamaldehyd	0,48 $\pm$ 0,22	0,25 $\pm$ 0,01	1,35 $\pm$ 0,16	1,05 $\pm$ 0,01
anisalcohol	nd	nd	nd	0,03 $\pm$ 0,01
cinnamyl alkohol	nd	nd	2,68 $\pm$ 0,03	0,21 $\pm$ 0,01
farnesol 1	0,37 $\pm$ 0,08	0,35 $\pm$ 0,02	1,76 $\pm$ 0,13	1,58 $\pm$ 0,04
farnesol 2	0,52 $\pm$ 0,04	0,50 $\pm$ 0,02	2,22 $\pm$ 0,12	2,02 $\pm$ 0,03
farnesol 3	1,02 $\pm$ 0,06	0,86 $\pm$ 0,06	4,63 $\pm$ 0,34	3,83 $\pm$ 0,11
isoeugenol 2	0,15 $\pm$ 0,08	0,05 $\pm$ 0,01	0,96 $\pm$ 0,04	0,68 $\pm$ 0,07
$\alpha$ -hexylcinnamaldehyd	0,17 $\pm$ 0,06	0,17 $\pm$ 0,01	1,12 $\pm$ 0,11	0,38 $\pm$ 0,33
coumarin	nd	nd	0,09 $\pm$ 0,01	0,07 $\pm$ 0,03
lilial	0,54 $\pm$ 0,03	0,05 $\pm$ 0,01	nd	Nd
benzyl benzoát	nd	nd	2,42 $\pm$ 0,11	0,78 $\pm$ 0,47
benzyl salicylát	nd	nd	nd	0,12 $\pm$ 0,01
<b>Celková koncentrace</b>	<b>998,28<math>\pm</math>53,21</b>	<b>32,1 <math>\pm</math>1,01</b>	<b>80,16<math>\pm</math>3,40</b>	<b>17,31<math>\pm</math>2,96</b>

**Tab. 16:** Průměrná koncentrace alergenů v jednotlivých čajích- (syhká směs s/ výluh v)

Alergenní standard	Pu-Ehr Fitness		Mate Elixír mládí	
	Cs [μg·g <sup>-1</sup> ]	Cv [μg·ml <sup>-1</sup> ]	Cs [μg·g <sup>-1</sup> ]	Cv [μg·ml <sup>-1</sup> ]
limonen	13,35±3,13	nd	1,47±0,12	Nd
α-amylcinnamyl alkohol	12,50±4,62	3,70±0,53	1035,67±557,06	2,76±0,48
linalool	0,40±0,01	0,11±0,09	1,47±1,46	0,48±0,04
methyl 2-oktanoát	0,01±0,01	0,04±0,02	0,02±0,01	0,01±0,01
citral 1	0,13±0,02	nd	0,12±0,03	Nd
citral 2	1,75±0,02	0,08±0,01	0,01±0,01	0,06±0,01
citronellol	nq	nd	nd	0,02±0,01
geraniol	0,14±0,01	0,04±0,02	0,07±0,04	Nd
α-isomethylionon	0,19±0,01	0,98±0,84	0,08±0,05	0,46±0,04
benzyl alkohol	0,01±0,01	0,01±0,01	0,05±0,02	0,01±0,01
7-hydroxycitronellal	nd	0,07±0,01	1,39±1,29	0,04±0,01
cinnamaldehyd	0,04±0,04	nd	1,36±1,33	0,02±0,01
lyral cis-trans	nd	nd	0,13±0,06	Nd
eugenol	0,01±0,49	0,01±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01
isoeugenol 1	0,75±0,37	0,87±0,16	0,60±0,38	0,48±0,07
α-amylcinnamaldehyd	0,99±0,59	1,20±0,54	1,41±0,25	0,76±0,09
anisalcohol	nd	nd	0,13±0,07	0,04±0,01
cinnamyl alkohol	nd	nd	nd	Nd
farnesol 1	1,27±0,89	1,62±0,76	2,25±0,75	1,13±0,05
farnesol 2	1,63±1,17	1,93±0,88	3,38±0,98	1,50±0,02
farnesol 3	2,84±1,93	3,45±1,61	5,27±1,92	2,25±0,12
isoeugenol 2	0,22±0,02	0,29±0,03	0,25±0,03	0,14±0,01
α-hexylcinnamaldehyd	0,45±0,45	0,75±0,41	0,97±0,19	0,56±0,08
coumarin	0,06±0,02	0,06±0,03	nd	Nd
lilial	nd	nq	nd	Nd
benzyl benzoát	1,41±0,74	1,49±0,66		0,73±0,12
benzyl salicylát	0,32±0,19	nd	0,20±0,06	Nd
benzyl cinnamát	nd	nd	nd	Nd
<b>Celková koncentrace</b>	<b>38,47±14,74</b>	<b>16,7±6,62</b>	<b>1056,32±566,09</b>	<b>11,46±1,20</b>



**Graf 1:** Srovnání celkového obsahu alergenních vonných látek ve vzorcích čajů

Jak je patrné z grafu 1, v čerstvém sypaném čaji se téměř vždy nacházela vyšší koncentrace sledovaných vonných látek, než ve výluhu, což je pravděpodobně způsobeno zředěním vodou při přípravě výluhu.

*Legenda k tabulkám 12-16:*

*nd-nebylo detekováno,*

*nq-nebylo kvantifikováno,*

*c<sub>s</sub> - koncentrace sypká směs [µg·g<sup>-1</sup>],*

*c<sub>v</sub> – koncentrace výluh [µg·ml<sup>-1</sup>]*

#### 4.4. Senzorická analýza

Cílem sensorického hodnocení bylo zaměřit se především na chuť a vůni jednotlivých druhů čajů. Vzhledem k tomu, že se jednalo o různé druhy poměrně specifických aromatizovaných čajů, zajímalo nás, zda jednotlivé příchuti hodnotitelům chutnají nebo ne, zda budou některý z nich výrazně preferovat, zda jsou použité příchutě dostatečně intenzivní, zda budou schopni jednotlivé příchutě poznat a popsat. Hodnoceny byly pouze vylouhované čaje (nápoje).

Chuť, vůně a celková sensorická kvalita vzorků byly hodnoceny pomocí hedonické stupnice 1 – vynikající ⇒ 7 – nepřijatelný, vybrané deskriptory chuti a vůně podle intenzitní stupnice 1 – neznatelná intenzita ⇒ 7 – velmi silná intenzita.

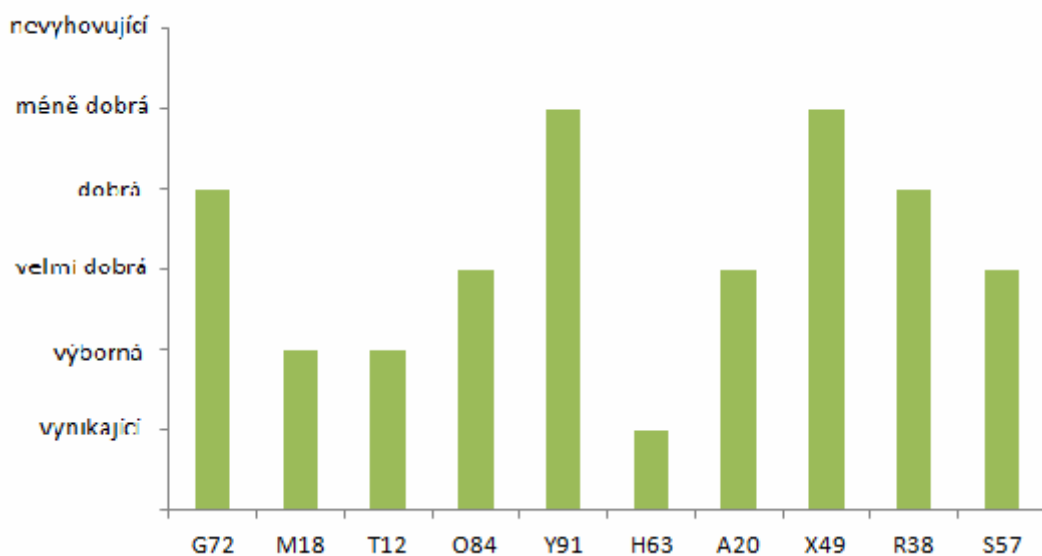
Hodnotící formulář je uveden v příloze č. 8.4. Identifikace vzorků je uvedena v Tab. 7.

#### 4.4.1 Výsledky hodnocení podle stupnice

V grafu 2 jsou uvedeny výsledky hodnocení chuti a vůně, v grafu 3 výsledky hodnocení celkové senzorické kvality vzorku, zde si měli hodnotitelé všimnout celkové přijatelnosti vzorku s ohledem na chutnost, intenzitu barvy, konzistenci apod.

**Tab. 17:** Senzorické hodnocení chuti a vůně

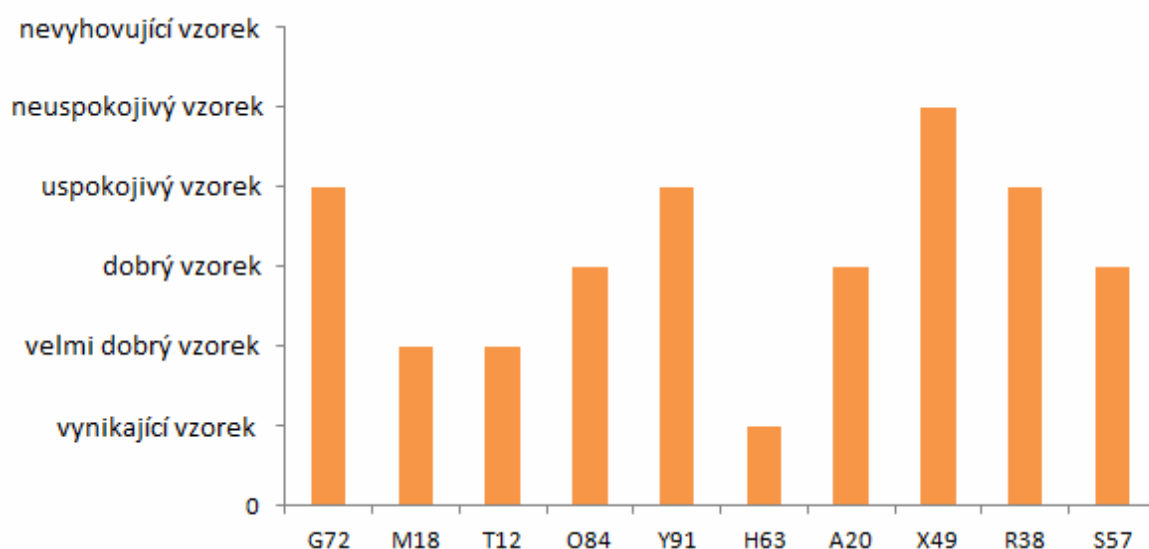
Hodnotitel	H63	084	R38	T12	X49	G72	A20	M18	S57	Y91
1	1	3	2	1	3	2	1	3	4	2
2	2	4	5	7	7	6	4	2	3	4
3	1	6	4	2	6	4	3	2	3	3
4	5	3	3	2	3	2	4	3	5	5
5	6	2	3	5	5	6	3	4	1	3
6	1	3	4	2	6	2	3	1	2	6
7	1	3	1	4	6	4	3	3	5	5
8	2	2	4	1	3	3	3	2	3	5
9	1	3	6	1	2	4	1	4	5	5
10	1	4	4	3	3	4	5	2	3	4
11	2	3	2	2	6	2	1	1	3	5
Medián	1	3	4	2	5	4	3	2	3	5



**Graf 2:** Senzorické hodnocení chuti a vůně

**Tab. 18:** Hodnocení celkové senzorické kvality

Hodnotitel	H63	084	R38	T12	X49	G72	A20	M18	S57	Y91
1	1	3	2	1	4	1	1	3	3	3
2	2	4	4	7	7	6	4	2	2	4
3	1	6	4	2	6	4	3	2	3	3
4	4	3	3	2	3	2	4	3	5	5
5	6	1	4	6	6	6	3	6	1	4
6	1	3	3	2	5	2	3	1	2	5
7	1	2	2	4	5	4	2	2	3	2
8	1	2	4	1	3	3	3	2	3	5
9	1	3	6	1	2	4	1	4	5	5
10	1	3	3	3	3	4	5	3	3	4
11	2	3	5	1	5	2	1	1	2	4
Medián	1	3	4	2	5	4	3	2	3	4



**Graf 3:** Hodnocení celkové senzorické kvality

Jak je vidět z grafů 2 a 3 chuť, vůně a celková přijatelnost vzorků byly hodnoceny velmi různorodě a závisí pouze na individuálních preferencích jednotlivých hodnotitelů (resp. spotřebitelů). To co jednomu velmi chutná, jiný může považovat za méně dobré nebo dokonce nevyhovující. Vzorky byly záměrně hodnoceny neoslazené, tak aby co nejvíce vynikla jejich charakteristická chuť.

Jako nejlepší byl hodnotiteli označen čaj Rooibos Omamná skořice (vynikající chuť, vůně i celkově), čaje Růžová zahrada a Žhavá poušť byly hodnoceny celkově jako velmi dobré, jejich chuť a vůně výborná.



Naopak nejhůře byl hodnocen čaj Mate elixír mládí, jehož chuť a vůně byla méně dobrá a celkově byl označen jako neuspokojivý. Také chuť a vůně čaje Rooibos citrus-zázvor byla hodnocena jako méně dobrá, celkově však byl hodnocen jako uspokojivý.

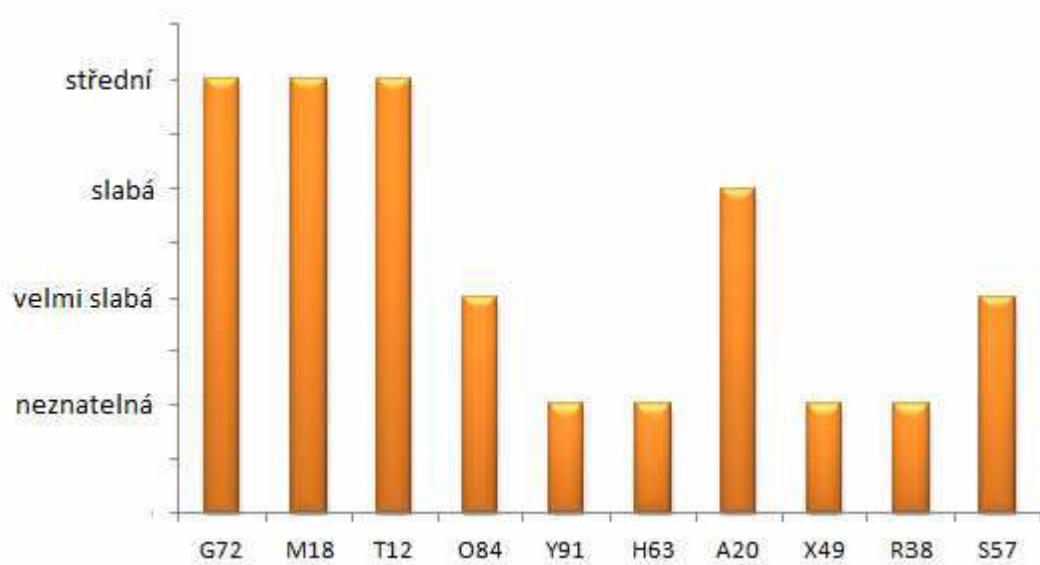
#### **4.4.2 Výsledky profilového testu**

Pro lepší popis chuti a vůně byly vzorky hodnoceny ještě profilovým testem. Pro hodnocení chuti byly zvoleny deskriptory: ovocná, nasládlá, hořká, trpká, kořeněná, hnilobná, bylinná, typická (zde měli hodnotitelé rozpoznat charakter chuti) a příp. jiná (zde měli hodnotitelé popsat případnou cizí pachut'). Pro hodnocení vůně byly zvoleny deskriptory: ovocná, bylinná, charakteristická (zde měli hodnotitelé rozpoznat charakter vůně). Cílem profilového testu je zjistit, do jaké míry uvedené deskriptory přispívají k celkovému dojmu chuti a vůně. Výsledky jsou uvedeny v grafech 4-10.

#### 4.4.2.1 Výsledky profilového testu - chuť

Tab. 19: profilový test pro chuť-ovocnou

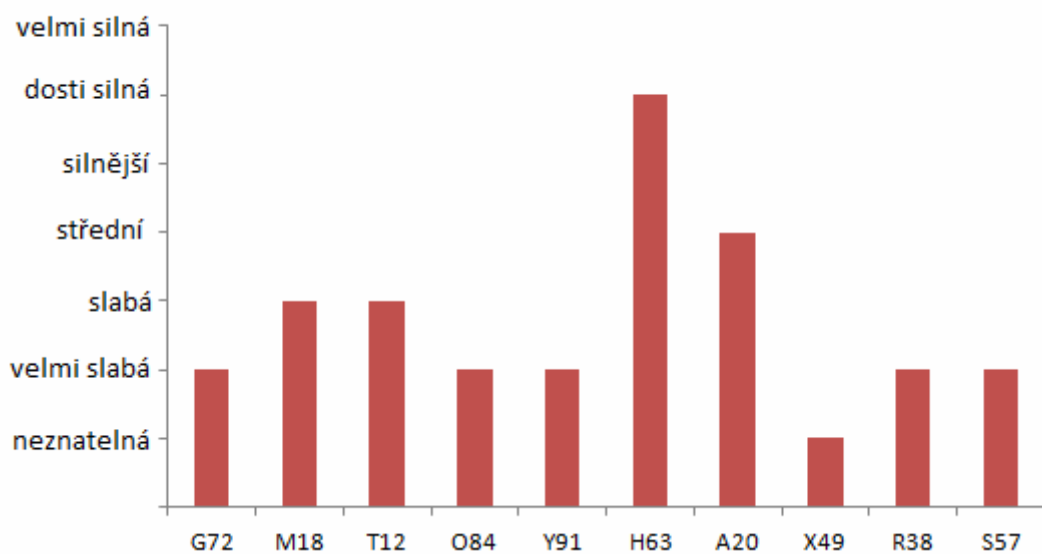
Hodnotitel	H63	084	R38	T12	X49	G72	A20	M18	S57	Y91
1	6	5	2	6	1	3	7	4	2	1
2	3	2	4	2	1	4	5	5	2	4
3	1	4	1	1	1	3	3	1	4	1
4	1	1	1	3	1	3	3	2	1	1
5	3	1	1	2	2	3	4	2	2	3
6	1	1	1	7	1	7	3	4	6	1
7	1	1	1	4	1	3	4	1	1	3
8	5	5	2	7	6	6	6	5	4	5
9	1	1	1	7	1	6	3	7	5	2
10	1	4	2	7	2	5	3	6	4	1
11	2	3	2	4	1	4	3	2	2	1
Medián	1	2	1	4	1	4	3	4	2	1



Graf 4: Senzorické hodnocení chuti ovocné

**Tab. 20:** profilový test pro chuť-nasládlá

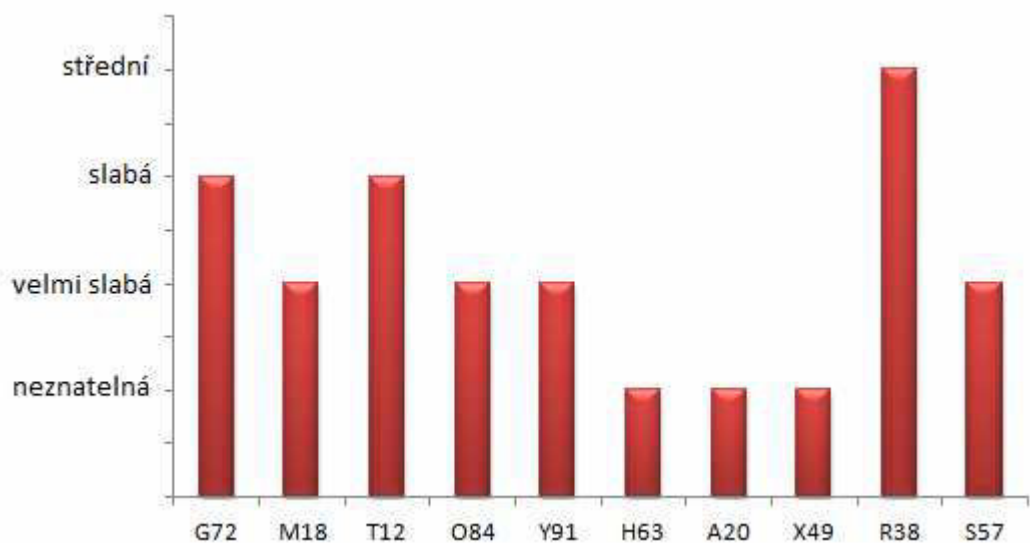
Hodnotitel	H63	084	R38	T12	X49	G72	A20	M18	S57	Y91
1	7	2	2	5	1	3	5	3	1	1
2	7	2	1	1	1	2	3	2	3	5
3	5	4	3	2	3	2	5	2	2	3
4	2	1	1	3	1	3	2	4	1	2
5	7	2	1	2	1	2	4	2	2	1
6	6	3	2	3	3	2	6	2	6	3
7	5	1	1	4	2	2	5	3	2	5
8	6	4	3	3	1	5	2	5	5	1
9	5	1	1	2	1	3	1	3	3	2
10	6	2	3	2	1	2	4	3	2	1
11	5	3	2	4	1	2	5	2	1	3
Medián	6	2	2	3	1	2	4	3	2	2



**Graf 5:** Senzorické hodnocení chuti nasládlé

**Tab. 21:** profilový test pro chuť-hořká

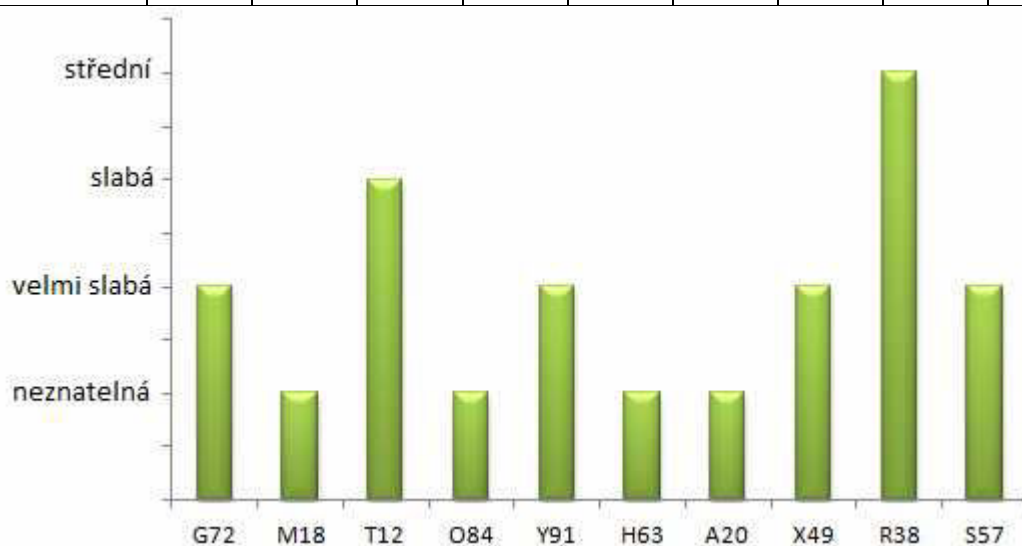
Hodnotitel	H63	084	R38	T12	X49	G72	A20	M18	S57	Y91
1	1	2	4	2	1	2	2	4	1	2
2	1	5	4	3	5	5	2	4	3	4
3	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1
4	1	2	4	5	3	3	1	1	1	6
5	2	1	4	3	1	2	1	3	2	4
6	1	3	3	2	1	3	1	2	3	2
7	1	4	1	4	1	2	1	2	3	2
8	1	2	1	3	2	4	3	5	2	1
9	2	1	4	2	1	5	1	1	3	4
10	1	1	4	1	2	3	1	1	1	1
11	1	2	1	4	2	3	1	2	1	2
Medián	1	2	4	3	1	3	1	2	2	2



**Graf 6:** Senzorické hodnocení chuti hořké

**Tab. 22: profilový test pro chuť-trpká**

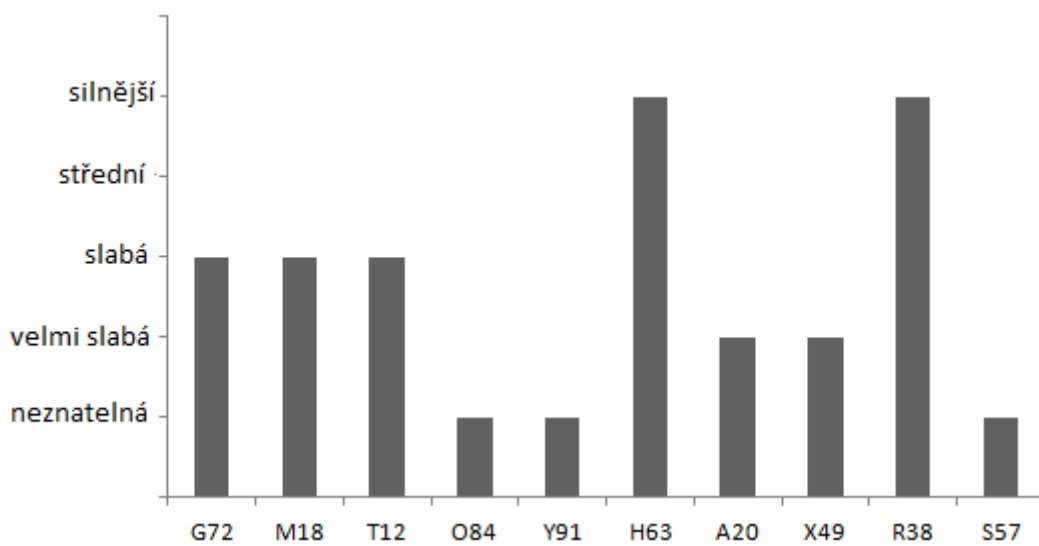
Hodnotitel	H63	084	R38	T12	X49	G72	A20	M18	S57	Y91
1	2	1	5	3	1	2	2	5	2	3
2	1	3	4	3	2	5	2	4	1	2
3	1	1	3	1	5	4	1	1	2	1
4	1	2	6	4	1	3	1	1	2	3
5	2	1	3	3	3	2	1	1	2	4
6	1	2	3	1	1	2	1	2	1	3
7	1	1	6	1	1	5	1	1	1	1
8	3	1	7	2	2	4	1	4	3	1
9	1	3	4	5	2	1	1	1	2	1
10	1	2	3	3	2	1	1	2	2	6
11	2	1	3	4	2	2	2	1	2	1
Medián	1	1	4	3	2	2	1	1	2	2



**Graf 7: Senzorické hodnocení chuti trpké**

**Tab. 23:** profilový test pro chuť-kořeněná

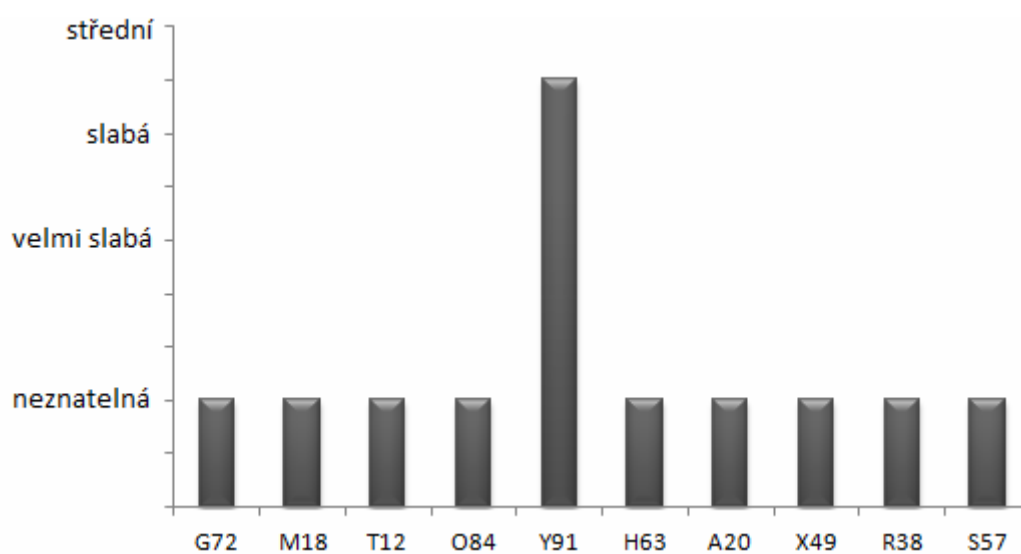
Hodnotitel	H63	084	R38	T12	X49	G72	A20	M18	S57	Y91
1	1	1	5	1	1	1	1	5	1	4
2	3	3	4	1	1	5	3	2	1	3
3	5	1	6	6	5	3	5	1	1	1
4	6	1	3	6	1	4	1	3	7	1
5	5	7	7	1	1	2	4	4	1	1
6	6	4	4	3	2	2	6	3	1	4
7	5	4	3	5	4	4	2	6	4	3
8	6	1	5	1	4	1	3	5	1	1
9	5	1	5	3	2	1	2	1	1	1
10	4	2	7	1	4	5	1	1	4	2
11	5	1	3	4	3	3	1	2	3	1
Medián	5	1	5	3	2	3	2	3	1	1



**Graf 8:** Senzorické hodnocení chuti kořeněné

**Tab. 24:** *profilový test pro chuť-hnilobná (po plisni)*

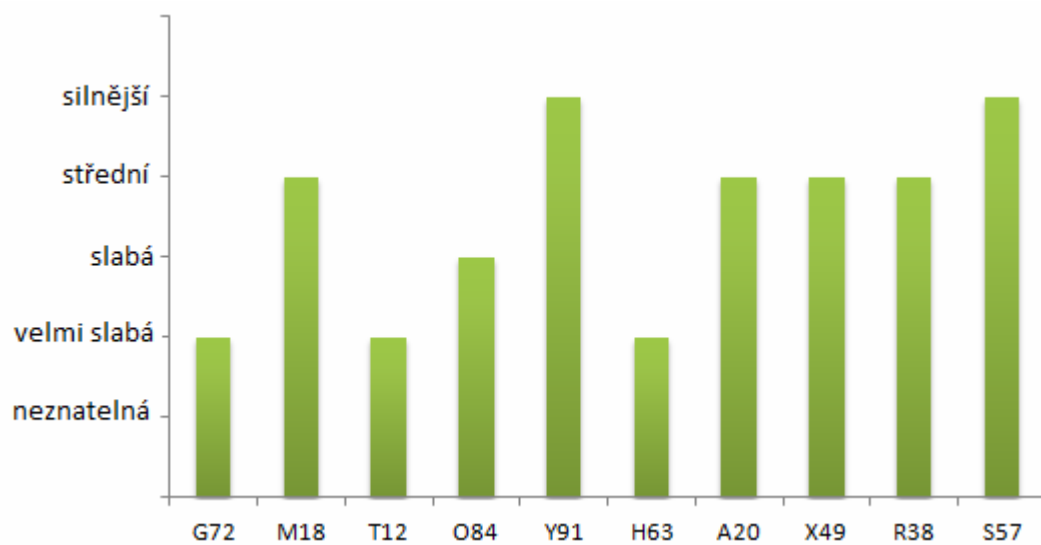
Hodnotitel	H63	084	R38	T12	X49	G72	A20	M18	S57	Y91
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
4	1	1	1	1	3	1	2	1	1	3
5	5	1	1	2	1	1	1	1	1	3
6	2	1	1	1	1	1	1	1	1	5
7	1	1	1	1	5	1	2	1	1	6
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	2	1	1	4
11	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Medián	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4



**Graf 9:** *Senzorické hodnocení chuti hnilobné*

**Tab. 25:** profilový test pro chuť-bylinná

Hodnotitel	H63	084	R38	T12	X49	G72	A20	M18	S57	Y91
1	3	3	3	2	1	2	2	1	5	6
2	1	4	1	1	4	1	1	2	3	1
3	2	1	2	2	1	4	1	1	2	3
4	2	3	7	2	5	3	4	2	6	5
5	4	6	4	4	6	4	6	4	4	6
6	2	4	4	3	4	2	6	5	5	4
7	5	3	4	5	7	1	5	4	6	7
8	5	4	6	1	1	1	4	6	1	5
9	4	4	3	6	6	3	3	4	4	3
10	2	3	4	3	5	2	2	1	7	4
11	2	3	5	2	1	3	4	4	5	7
Medián	2	3	4	2	4	2	4	4	5	5



**Graf 10:** Senzorické hodnocení chuti bylinné



**Tab. 26:** profilový test pro chut'-typická

Hodnotitel	H63	084	R38	T12	X49
1	Skořice	Mandle	Zázvor	Jahoda	Bylinky
2	Skořice	Mandle	Zázvor	Bonpari	Heřmánek
3	Roibos	Višeň	Citrus	Roibos jahoda	X
4	Skořice	Šalvěj	Zázvor	Bonpari	X
5	Skořice	Mandle	Pepř	X	X
6	Medová	Višeň	Citrus	X	X
7	Zázvor	X	X	Jahoda	Bylinky
8	X	X	Zázvor	Lesní směs	X
9	X	Višeň	X	Jahoda	X
10	X	X	Pepř	X	X
11	X	X	X	Ovoce	X

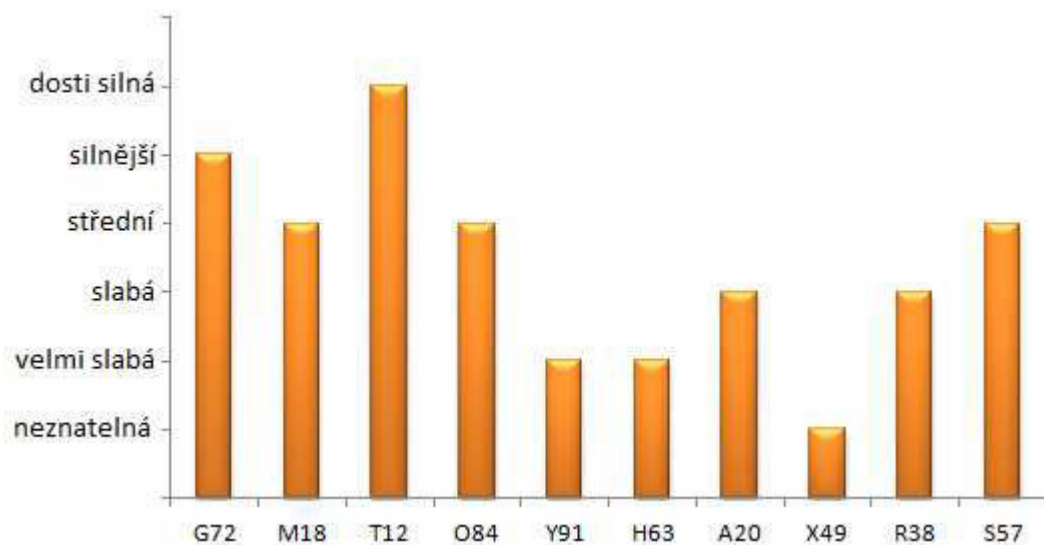
Hodnotitel	G72	A20	M18	S57	Y91
1	Třešeň	Ovocna	Citron	Máta	Roibos
2	Citrus	Pomeranč	Citron	X	Roibos
3	Brusinka	Kompot	Citron	X	Žen-šen
4	Jahody	Roibos	Zázvor	Máta	Bylina
5	Brusinka	Pomeranč	Roibos-citron	Bylinky	X
6	X	X	Hroznový cukr	X	X
7	X	Ovoce	Meduňka	X	X
8	X	X	Citron	X	Žen-šen
9	Jahody	X	Zázvor	X	Roibos
10	X	X	Citron	Máta	X
11	X	X	Hroznový cukr	X	X

Hodnotitelé převážně odhadli složení čajů na základě charakteristických chutí správně např. u čaje Mate Šamanův oheň, kde byl opravdu obsažen pepř a zázvor. Nejhorší odhad složení čaje na základě charakteristické chuti měli hodnotitelé u čaje Energy Tea Guarana.

#### 4.4.2.2 Výsledky profilového testu - vůně

**Tab. 27:** profilový test pro vůni-ovocná

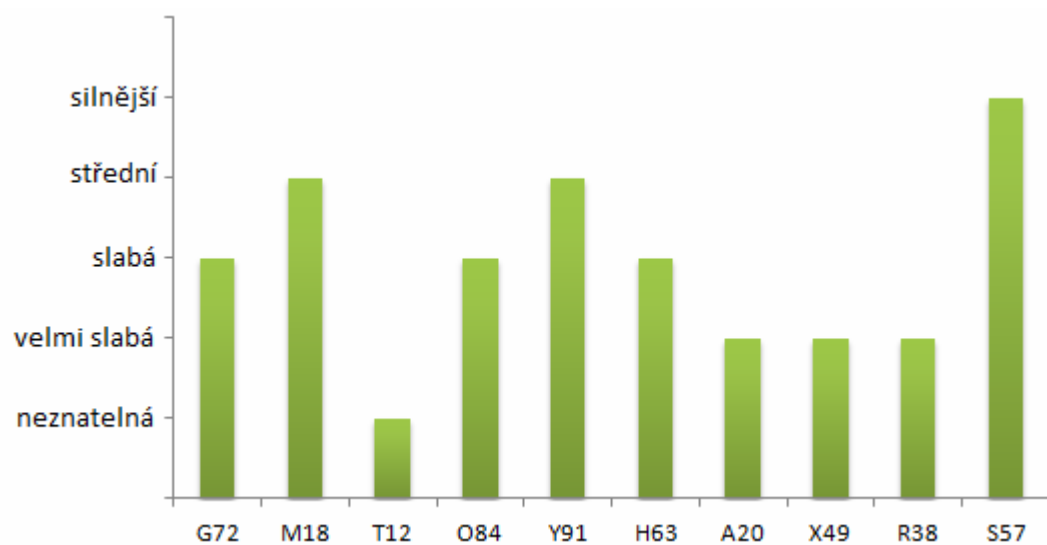
Hodnotitel	H63	O84	R38	T12	X49	G72	A20	M18	S57	Y91
1	5	6	4	4	1	6	1	3	1	2
2	4	1	3	4	1	3	6	7	1	1
3	1	1	3	1	1	4	3	2	4	1
4	2	5	1	7	6	6	3	3	4	2
5	2	6	2	6	1	2	5	2	1	1
6	1	4	4	2	1	5	6	7	1	5
7	5	2	3	7	2	6	4	4	5	2
8	4	6	2	7	1	7	2	3	1	1
9	1	4	1	6	1	6	6	7	5	2
10	1	1	4	7	1	4	2	6	5	2
11	2	2	1	6	1	5	3	4	5	2
Medián	2	4	3	6	1	5	3	4	4	2



**Graf 11:** Senzorické hodnocení vůně ovocné

**Tab.28:** profilový test pro vůni-bylinná

Hodnotitel	H63	084	R38	T12	X49	G72	A20	M18	S57	Y91
1	2	1	2	1	2	2	3	5	5	6
2	1	4	2	1	4	3	1	1	3	2
3	1	1	1	5	1	2	2	5	5	1
4	6	3	2	1	5	1	4	1	6	4
5	5	4	7	1	1	1	2	5	4	4
6	6	4	4	1	1	2	1	3	2	3
7	2	7	4	7	3	4	1	2	7	4
8	4	1	2	1	1	5	2	5	1	7
9	7	4	7	1	1	5	5	4	7	2
10	3	1	2	4	5	3	4	2	6	5
11	1	1	1	1	4	3	2	4	7	6
Medián	3	3	2	1	2	3	2	4	5	4



**Graf 12:** Senzorické hodnocení vůně bylinné

**Tab. 29: profilový test pro vůni -charakteristická**

Hodnotitel	H63	O84	R38	T12	X49
1	Skořice	Višeň	Zázvor	Jahoda	Bylina
2	Skořice	Mandle	Zázvor	Ovoce	Máta
3	Skořice	Mandle	Bylinky	Mango	Máta
4	Hřebíček	X	X	X	X
5	Zázvor	X	X	X	X
6	Skořice	X	Chili	Roibos	X
7	X	Mandle	Zázvor	Jahoda	Vanilka
8	X	Višeň	Bylinky	Ovoce	Máta
9	X	X	Koření	Ovoce	X
10	Skořice	X	X	X	X
11	Skořice	Mandle	X	X	X

Hodnotitel	G72	A20	M18	S57	Y91
1	Třešeň	Bylinky	Medová	Máta	Bylinky
2	X	roibos	Citron	X	X
3	X	Roibos	Hroz.cukr	X	X
4	X	Jahody	Meduňka	Bylinky	X
5	Sladidlo	Kompot	Citron	Máta	Šípky
6	Brusinka	Med	Citron	Máta	X
7	Jahoda	X	Citron	X	X
8	Brusinka	X	Meduňka	X	X
9	X	X	Med	Máta	Bylinky
10	X	X	X	Bylinky	X
11	X	X	Citron4	X	X

X-neidentifikoval

Hodnotitelé u profilového testu vůní jednotlivých čajů stanovili přesné vůně na základě složení čaje u Rooibos Omamná skořice, kde vzorek obsahuje skořici, dále zázvor a chilli u Mate Šamanův oheň, který je mimo jiné složen z pepře, chilli, zázvoru, nejméně přesně stanovili charakteristickou vůni pro čaj Maté Elixír mládí.

Shrnutí výsledků hodnocení charakteristické chuti a vůně čajů (viz Tabulky 26 a 29).

U vzorku Rooibos Omamná skořice (H63) (složení Rooibos, kousky citrónové kůry, aroma, kousky skořice) hodnotitelé správně identifikovali rooibos a skořici, jeden hodnotitel popisoval chuť jako medovou a po zázvoru. Vůni nejčastěji správně uváděli skořice, v několika případech hřebíček nebo zázvor.

U vzorku Amaretto pomeranč (O84) (složení pravý černý čaj, rozinky, kousky pomerančové kůry, plátky mandlí, kousky bílé čokolády, aroma amaretta, aroma, květy šafránu) hodnotitelé správně identifikovali chuť mandlí, použité ovoce popisovali překvapivě jako višeň a jeden hodnotitel cítil ve vzorku šalvěj. Také vůně byla popisována nejčastěji jako mandle, někteří hodnotitelé cítili vůni višní.

Ve vzorku Mate Šamanův oheň (R38) (složení pražené mate, kousky zázvoru, aroma, plátky pomeranče, bílý pepř, plody Goji, červený pepř, květy pivoňky, kousky santalového dřeva, chilli papričky, květy bodláku a slunečnice) hodnotitelé správně cítili chuť zázvoru, pepř a citrus. Vůně nejčastěji po zázvoru, někteří hodnotitelé popisovali vůni obecněji jako bylinky nebo koření, správně poznali pepř.

U vzorku Růžová zahrada (T12) (složení černý čaj, květy růže, rozinky, kousky meruňky a manga, aroma) hodnotitelé nejčastěji cítili chuť po jahodách, někteří ji popisovali obecně jako ovoce, lesní směs příp. bon pari. Stejně tak vůni popisovali jako ovocnou, jahodovou, pouze jeden hodnotitel poznal vůni manga.

U čaje Mate Elixír mládí (X49) (složení mate, kousky papáji, aroma, plody Goji, kousky malin, kousky divizny, listy ginkgo, kousky santalového dřeva, květy chrpy) hodnotitelé popisovali chuť po bylinkách, příp. heřmánek. Vůni jako bylinnou, mátovou, vanilkovou.

V čaji Pu-Ehr Fitness (G72) (složení černý čaj Pu-Ehr, šípkové oplodí, kousky jablka, zelené mate, aroma, vousatka citrónová) hodnotitelé cítili chuť brusinek, jahod, méně třešň a citrus. Stejně tak vůni brusinek, jahod, třešní.

Ve vzorku Rooibos Rakytňákový keř (A20) (složení rooibos, rakytňák řešetlákový, aroma, květy slunečnice a bodláku) hodnotitelé správně identifikovali rooibos, dále popisovali chuť pomeranče nebo obecně ovocnou. Vůni popisovali jako po bylinkách, jahody nebo med.

V čaji Žhavá poušť (M18) (složení pravý černý čaj, plátky citrónu, vousatka citrónová, přírodní aroma, kousky zázvoru, pepř bílý, květy kaktusu, červený pepř, kousky santalového dřeva, lístky Aloe, květy bodláku) hodnotitelé správně identifikovali citron a zázvor, někteří hodnotitelé cítili hroznový cukr a chuť po meduňce. Vůni nejčastěji popisovali jako citron, meduňka a med.

Chuť čaje Energy Tea Guarana (S57) (složení slupky šípku, kousky jablek, ibišek, guarana, lístky ostružníku a meduňky, vousatka citronová, aroma) hodnotitelé popisovali správně po bylinkách, někteří cítili chuť mátovou. Vůni popisovali také jako bylinkovou, mátovou.

Čaj Rooibos Citrus-zázvor (Y91) (složení rooibos, kousky pomerančové kůry a papáje, aroma, červený pepř, kousky santalového dřeva, zázvoru a ženšenu, květy pomerančovníku, chrpy a levandule) hodnotitelé správně identifikovali jako rooibos a cítili ženšen, někteří popisovali obecně chuť bylin, stejně tak vůni bylin, jeden hodnotitel cítil vůni šípků.

Vůně rooibosu je často popisována jako sladká (a to i bez přidání cukru) a mírně ořechová. Tyto deskriptory však hodnotiteli uvedeny nebyly.

## 5. ZÁVĚR

Vůně je úzce spjata s chutí. Chuť a vůně dodávají potravinám aromatické látky. Můžeme hovořit buďto o *přírodních aromatických látkách*, kdy pár kapek olejové směsi propůjčí výrobku jeho charakteristické aroma; dále o *přírodně identických aromatických látkách*, které se tak jako *umělé aromatické látky* vyrábějí chemickou cestou. Aromatické látky přírodně identické se skládají z několika jednotlivých substancí, které ve vzájemném propojení dávají správnou chuť. Cílem mojí práce bylo identifikovat a kvantifikovat alergenní vonné látky ve vybraných vzorcích sypaných bylinných aromatizovaných čajů pomocí SPME-GC-FID metody a provést senzorickou analýzu těchto čajů především se zaměřením na identifikaci a popis flavouru.

Pomocí SPME-GC-FID metody bylo zjištěno, že nejvíce identifikovaných vonných látek a nejvyšší celková koncentrace byla v čaji Mate Elixír mládí v sypké směsi a v černém čaji Žhavá poušť v sypké směsi a nejmenší koncentrace vonných látek byla identifikována v černém čaji Růžová zahrada, přesněji v jeho výluhu.

Výrazná identifikace vonných látek mohla být způsobena složením čaje, který obsahoval mimo jiné pepř bílý, pepř červený, chilli papričky a kousky santalového dřeva.

V další části byla provedena senzorická analýza chuti, vůně a celkové kvality testovaných vzorků čajů pomocí profilového testu a podle 7-mi stupňové stupnice. Hodnocení se zúčastnilo celkem 11 hodnotitelů z řad studentů FCH VUT v Brně. Velmi důležitou roli při senzorické analýze hraje prostředí. Hodnocení probíhalo ve specializované senzorické laboratoři, která zabezpečuje hodnotitelům optimální podmínky.

Pomocí zvoleného profilového testu bylo zjištěno, že nejméně chutným čajem byl Rooibos citrus-zázvor a Mate Elixír mládí, nejvíce chutným čajem byl Rooibos Omamná skořice, který byl dále výrazný jeho velmi nasládlou chutí; za nejhorší kvalitu na základě chuti a vůně byl ohodnocen čaj Mate Elixír mládí. Chuť a vůně vzorků byla natolik intenzivní, že hodnotitelé byli většinou schopni rozpoznat složení čajů a identifikovat použitou příchuť.

V případném pokračování a navázání na tuto práci bych doporučila při následném měření využít pro identifikaci dalších alergenních vonných sloučenin metodu kapalinové chromatografie (LC).

## 6. SEZNAM LITERATURY

1. Augustin, J. *Povídání o čaji: Čajovníkový list (Camellia sinensis L.), čaj, jako potravinářská pochutina, léčebný, mystický nápoj a jiné tonizující nápoje světa*, 1. vyd. Olomouc, 2001. 217 s. ISBN 80-86179-75-3.
2. Buňka, F., Hrabě, J. Vospěl, B. *Senzorická analýza potravin I.* vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. 157 s. ISBN 978-80-7318-887-0.
3. Davídek, J., Velíšek, J. *Analýza potravin: Určeno pro posl. fak. potravinářské a biochemické technologie VŠCHT v Praze*. 2. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1992. 122 s. ISBN 80-7080-163-8.
4. Dufek, O. *Čaj mnoha chutí*. 1.vyd. Praha: Vyšehrad, 2001, 71 s. ISBN 80-7021-421-X.
5. Holzbecher, J. a kol. *Analytická chemie*. 1. Vyd. Praha: SNTL, 1987. 663 s. ISBN 04-612-87.
6. Chow, K. B., Krammer, I. *Všechny čaje Číny*. 2., opr. vyd. Praha: DharmaGaia, 1998. 284 s. ISBN 80-85905-54-X.
7. Ing, I., Pokorný, J. , Valentová, H. *Senzorická analýza potravin*. Vyd. 2., nezměn. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. 101 s. ISBN 978-80-7375-032-9.
8. Jarošová, A. *Senzorické hodnocení potravin*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. 84 s. ISBN 80-7157-539-9.
9. Klouda, P. *Moderní analytické metody*. 2.vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003. 132 s. ISBN 80-86369-07-2.
10. Kříž, O., Buňka, F. Hrabě, J. *Senzorická analýza potravin II.: statistické metody*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007. 127 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 978-80-7318-494-0.
11. Mitscher, A., L., Dolby, V. *Kniha o zeleném čaji*, 1.vyd. Praha: Pragma, 2006, 191 s. ISBN 80-7205-153-9.
12. Motyka, K. Hlaváč, J. *Stručný přehled separačních metod*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. 45 s. Studijní texty. ISBN 978-80-244-2304-3.
13. Pokorný, J. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1993. 196 s. ISBN 80-85120-34-8.

14. Pokorný, J., Panovská, Z. Valentová, H. *Sensorická analýza potravin*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1998. 95 s. ISBN 80-7080-329-0.
15. Pokorný, J., Pudil, F. Valentová, H. *Sensorická [sic] analýza potravin: laboratorní cvičení*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1997. 62 s. ISBN 80-7080-278-2.
16. Pössl, M. *Čaj jako životní styl*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2010. 81 s. Zdraví & životní styl. ISBN 978-80-247-2902-2.
17. Smolková, E., Feltl, L. Pacáková, V. *Plynová chromatografie: skripta pro posl. přírodověd. fakulty Univ. Karlovy. [Část] 1, Teoretické základy*. [2.] dotisk [1. vyd.]. Praha: Univerzita Karlova, 1983. 109 s.
18. Sommer, L. a kol.: *Základy analytické chemie II*. Brno: VUTIUM, 2000. 347 s. ISBN 80-214-1742-0.
19. Thomová, S., Thoma, M. Thoma, Z. *Příběh čaje*. Vyd. 1. Praha: Argo, 2002. 398 s. ISBN 80-7203-447-2.
20. Valter, K. *Vše o čaji pro čajomily*. 6., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Granit, 2010. 191 s. ISBN 978-80-7296-072-9.
21. Velíšek, J., Hajšlová, J.. *Chemie potravin 2*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. 2 sv. ISBN 978-80-86659-17-6.
22. Volka, K., a kol.: *Analytická chemie II*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1995. 236 s. ISBN 80-7080-227.
23. Vonášek, F. a kol.. *Látky vonné a chuťové*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1987. 437 s.
24. Wachendorfová, V. *Čaj*. 1. vyd. Slovart, 2007. 96 s. ISBN 978-80-7209-922-1.
25. Kato M., Takayuki S.. Variation of Major Volatile Constituents in Various Green Teas from Southeast Asia, *J. Agric. Food Chem.*, 2001, Vol. 49, No. 3, pp. 1394-1396.
26. Jeehyun Lee, Delores H. CHambers, A Lexicon for Flavor Descriptive Analysis of Green Tea, *J. of Sensory Studies*, 2007, Vol.22, No.3, pp. 256-272.
27. Kenji Kumazawa and Hideki Masuda, Identification of Potent Odorants in Japanese Green Tea (Sen-cha), *J. Agric. Food Chem.*, 1999, Vol.47, No.12, pp. 5169–5172.



28. H.-Y. Cho, Seo-Jin Chung, Hee-Sup Kim, Kwang-Ok Kim, Effect of Sensory Characteristics and Non-sensory Factors on Consumer Liking of Various Canned Tea Products, *J. of Food Science*, 2005, Vol.70, No.8, pp. 532 – 538.
29. J. B. Cloughley, Storage deterioration in Central African tea: Changes in chemical composition, sensory characteristics and price evaluation, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1981, Vol.32, No.12, pp. 1213–1223
30. S.M. Lee, H.-S. Lee, K.-H. Kim, K.-O. Kim, Sensory Characteristics and Consumer Acceptability of Decaffeinated Green Teas, *J. of Food Science*, 2009, Vol.74, No.3, pp. S135 – S141
31. J. Lee, Delores H. Chambers, Descriptive Analysis and U.S. Consumer Acceptability of 6 Green Tea Samples from China, Japan, and Korea, *J. of Food Science*, 2010, Vol.75, No. 2, pp. S141 – S147
32. L.- F. Wang, Joo-Yeon Lee, Jin-Oh Chung, Joo-Hyun Baik, Sung So, Seung-Kook Park. Discrimination of teas with different degrees of fermentation by SPME–GC analysis of the characteristic volatile flavour compounds, *Food Chemistry* 2008, Vol. 109, pp. 196–206
33. Vyhláška MZ 335/1997 Sb. pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí
34. Účinky pití čaje na organismus: [online]. [cit. 2011-11-26]. Dostupné z WWW: [http://www.pavlovacajovna.cz/c\\_generic.php?pg=zdravi.html](http://www.pavlovacajovna.cz/c_generic.php?pg=zdravi.html).
35. Pawliszyn, J. Solid Phase Microextraction (SPME). *The Chemical Educator*. 1997, Vol. 2, No. 4, pp. 1-7. ISSN 1430-4171.
36. Koning, S., Janssen, H.-G., Brinkman, U. A.: The Modern Methods of Sample Preparation for GC Analysis. *Chromatographia*. 2009, Vol.69, pp. 33-78.
37. ČSN EN ISO 5495. *Senzorická analýza-Metodologie-Párová porovnávací zkouška*. Praha: Český normalizační institut, 2008. 32 s.
38. ČSN 560032 část 3. *Senzorická analýza-Metodologie-Zkouška duo-trio*. Praha: Český normalizační institut, 1991.
39. ČSN EN ISO 4120. *Senzorická analýza-Metodologie-Trojúhelníková zkouška*. Praha: Český normalizační institut, 2008. 28 s.
40. ČSN EN ISO 5495. *Senzorická analýza-Metodologie-Párová porovnávací zkouška*. Praha: Český normalizační institut, 2008. 32 s.

41. ČSN ISO 8587. *Senzorická analýza-Metodologie-Pořadová zkouška*. Praha: Český normalizační institut, 1993. 13 s.
42. *Produkce\_caje\_ve\_sвете\_2003.PNG* [online]. Poslední úpravy 2003 [cit. 2012-3-11]. Dostupný:<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Produkce\\_caje\\_ve\\_sвете\\_2003.PNG](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Produkce_caje_ve_sвете_2003.PNG)>.
43. Teeblaetter.jpg [online]. [cit. 2012-3-11]. Dostupný z www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/>>
44. *Chutný čaj*, [online]. [cit. 2012-3-11]. Dostupný z www:< <http://www.chutnycaj.cz/>>
45. Coufal P.,*Plynová chromatografie* [online]. Poslední úpravy 2004 [cit. 2012-3-27]. Dostupný z www: <<http://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/gc.html>>
46. *Chromservis s.r.o.* [online]. Poslední úpravy 2006 [cit. 2012-3-29]. Dostupný z:<<http://chromservis.cz/item/micro-extraction-by-packed-sorbent-meps?lang=CZ>>
47. Kalinová, B. *Chut', smysl nejen hedonický*. Vesmír, 85, 2006, 532 – 540
48. Trojan, S. a kol. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing, 2003, 772 s. ISBN 80-247-0512-5.
49. *Leccoschut*[online].[cit.2012311].Dostupnýzwww:<<http://leccos.com/index.php/clanky/chut>>
50. Kolektiv. *Lidské tělo*. 1. vyd. Bratislava: GEMINI, 1991, 336 s. ISBN 80-85265-13-3.
51. Trojan, S. a kol. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada Publishing, 2003, 772 s. SBN 80-247-0512-5.
52. ČSN ISO 8589 – Obecná směrnice pro uspořádání senzorického pracoviště
53. Vítová, E. Ústní sdělení. Brno: VUT, 2011.
54. *Oxalis čaj a káva* [online]. Poslední úpravy 2008 [cit.2012-5-22].Dostupný z www: <<http://www.oxalis.cz/mate/cz/>>
55. *Oxalis čaj a káva* [online]. Poslední úpravy 2008 [cit.2012-5-22].Dostupný z www: <<http://www.oxalis.cz/rooibos-zeleny/cz/c-1170/>>

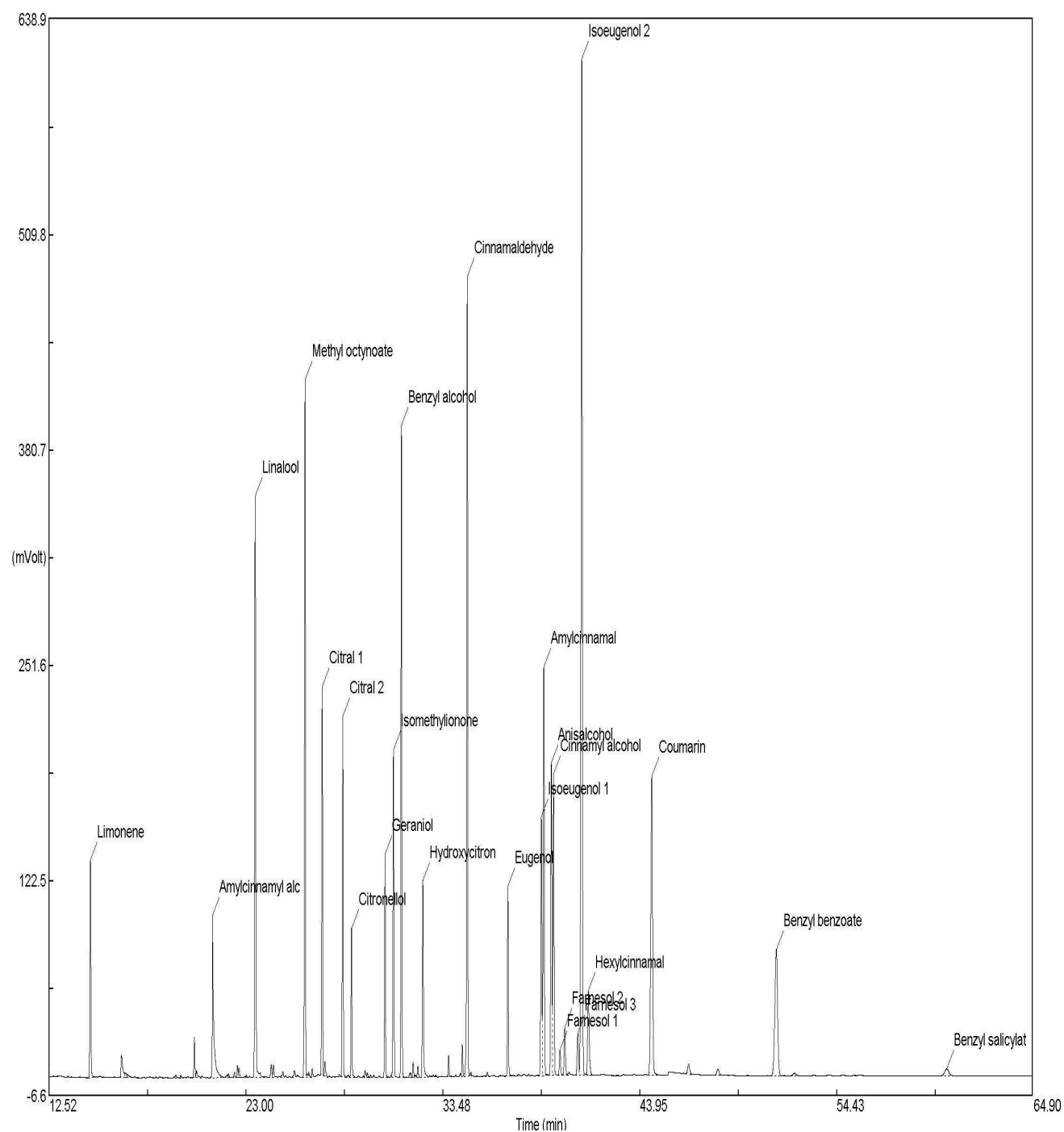
## **7. SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

DI-SPME	Direct Immersing SPME- Přímé ponoření vlákna do vzorku
FID	Flame ionizatin detektor, Plamenově ionizační detektor
HS-SPME	Headspace SPME- mikroextrakce tuhou fází
SPME	Solid phase microextraction, Mikroextrakce tuhou fází
SPME-GC	Mikroextrakce tuhou fází ve spojení s plynovou chromatografií
SPME-GC-FID	SPME-GC ve spojení s plamenově ionizačním detektorem

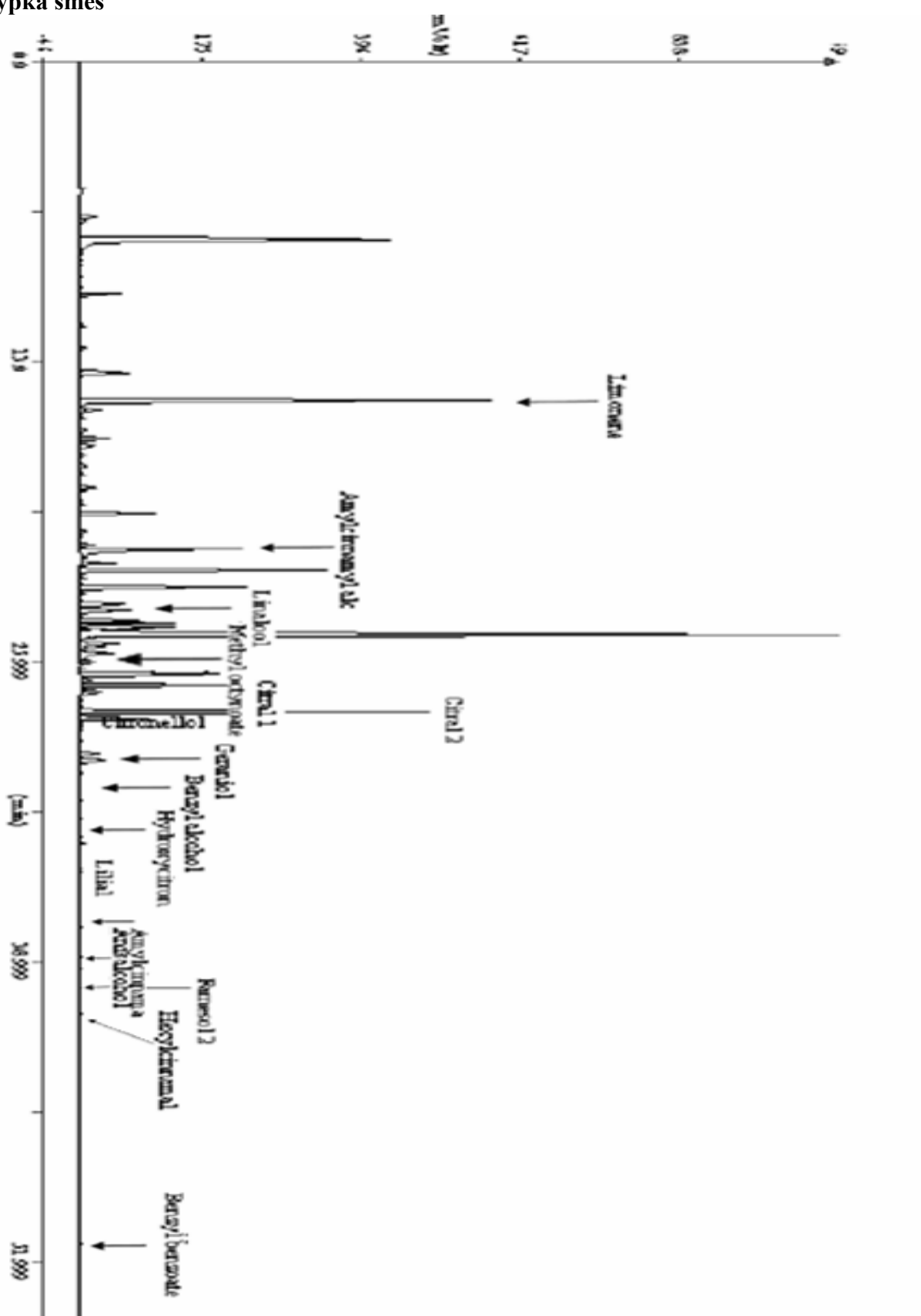
## SEZNAM PŘÍLOH

8.1 Chromatogram identifikovaných alergenních vonných látek.....	67
8.2 Chromatogram identifikovaných alergenních vonných látek Energy Tea Guarana - sypká směs.....	68
8.3 Chromatogram identifikovaných alergenních vonných látek v Maté Elixír mládí – sypká směs.....	69
8.4 Chromatogram identifikovaných alergenních vonných látek v Maté Elixír - mládí výluh .....	70
8.5 Legenda k chromatogramům čajů.....	71
8.6 Hodnotitelský formulář senzorické analýzy.....	72
8.7 GC – FID Plynový chromatogram.....	75

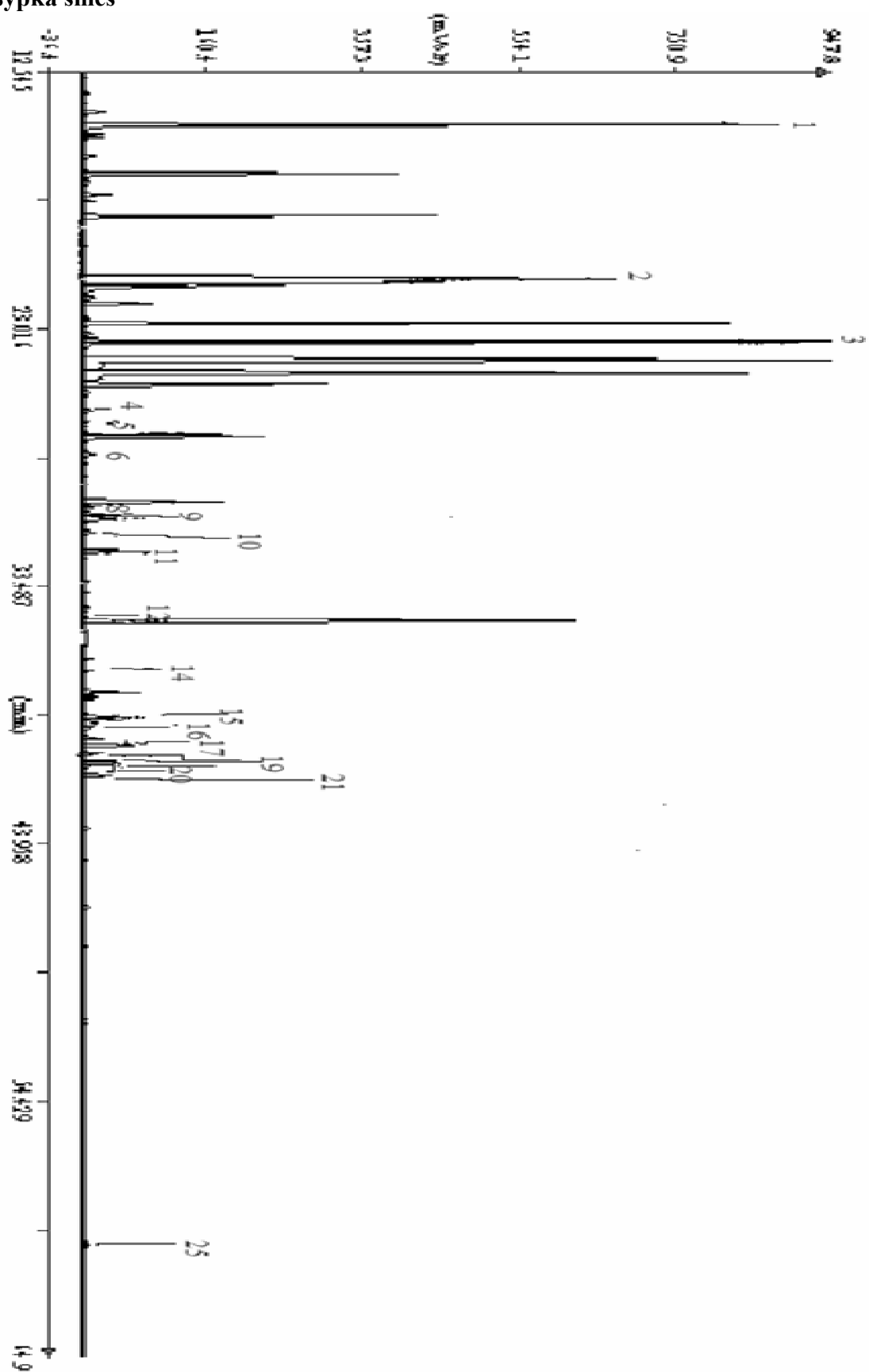
## 8.1 Chromatogram identifikovaných alergenních vonných látek (standarty)



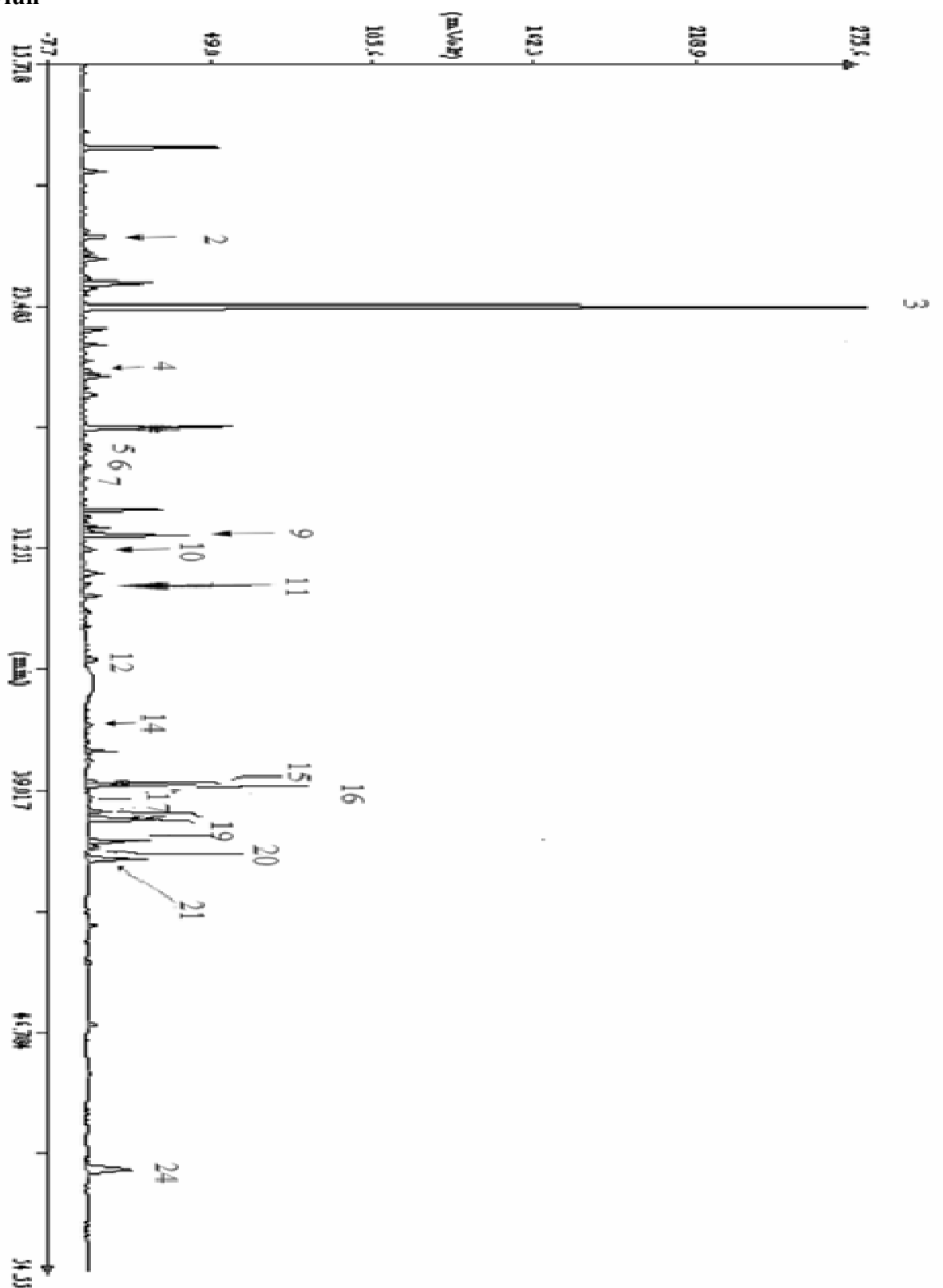
## sympka simes



### 8.3 Chromatogram identifikovaných alergenních vonných látek v Maté Elixír mládí – sypká směs



#### 8.4 Chromatogram identifikovaných alergenních vonných látek v Maté Elixír mládí – výluh





### 8.5 Legenda k chromatogramům čajů

č.píku	sloučenina
1.	Limonen
2.	$\alpha$ -amylcinnamyl alkohol
3.	Linalool
4.	methyl 2-oktanoát
5.	citral 1
6.	citral 2
7.	Citronelal
8.	Geraniol
9.	$\alpha$ -isomethylionon
10.	benzyl alkohol
11.	7-hydroxycitronellal
12.	Cinnamaldehyd
13.	lyral cis-trans
14.	Eugenol
15.	isoeugenol 1
16.	$\alpha$ -amylcinnamaldehyd
17.	Anisalcohol
18.	cinnamyl alkohol
19.	farnesol 1,2,3
20.	isoeugenol 2
21.	$\alpha$ -hexylcinnamaldehyd
22.	kumarin
23.	Lilial
24.	benzyl benzoát
25.	benzyl salicylát
26.	benzyl cinnamát

## 8.6 Hodnotitelský formulář senzorické analýzy

### DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ *BYLINNÉ SYPANÉ ČAJE AROMATIZOVANÉ*



Vážení hodnotitelé,  
zhodnoťte, prosím, předložené vzorky čajů.  
Děkujeme Vám za spolupráci.

Hodnotitel:

Datum:

Čas:

Váš zdravotní stav, alergie (na co):

kuřák / nekuřák

Jaké je Vaše stanovisko před ochutnáváním?

- čaje mám velmi rád/a a často je požívám
- čaje nemám příliš rád/a, ale požívám je
- čaje nemám vůbec rád/a, dávám přednost jiným nápojům

Jak často čaje pijete?

- čaje piji velmi často (několik šálků za den) – napište kolik
- čaje piji pouze k snídani
- čaje piji pouze při nachlazení, nemoci
- čaje piji pouze zřídka

Jaký druh čajové směsi preferujete?

- |                              |           |
|------------------------------|-----------|
| - Domácí sušené čajové směsi | ANO / NE  |
| - Ovocný čaj                 | ANO / NE  |
| - Černý čaj                  | ANO / NE  |
| - Bílý čaj                   | ANO / NE  |
| - Zelený čaj                 | ANO / NE  |
| - Bylinkový čaj              | ANO / NE  |
| - Jiné                       | jaké..... |

V jaké podobě čajovou směs nejčastěji kupujete?

- |                            |          |
|----------------------------|----------|
| - Sypanou čajovou směs     | ANO / NE |
| - Sáčkové (pytlíkové čaje) | ANO / NE |

Znáte nějaké sypané bylinné čaje aromatizované, které se nacházejí na českém trhu? Jaké? (popř. kde si je kupujete)

.....

.....

.....

.....

**1. Zhodnot'te předložené vzorky dle uvedené stupnice a své hodnocení zapište do přiložené tabulky.**

Vzorek sypaného čaje	Chut' a vůně	Celkové hodnocení
H63		
O84		
R38		
T12		
X49		
G72		
A20		
M18		
S57		
Y91		

Použijte uvedené hédonické stupnice:

**Chut' a vůně:**

- Vynikající*  
- výrazná, aromatická, lahodná, harmonická chut' a vůně, celkově příjemná
- Výborná*  
- výrazná, aromatická, harmonická chut' a vůně, nepatrně se odchylující od 1, příjemná
- Velmi dobrá*  
- mírné odchylky od vynikající chuti a vůně, přesto harmonická, celkově příjemná, méně výrazná
- Dobrá*  
- charakteristická chut' a vůně, slabá, s odchylkami ne zásadního charakteru
- Méně dobrá*  
- velmi slabá chut' i vůně, málo typická, méně harmonická
- Nevyhovující*  
- chut' i vůně spíše nevýrazná a prázdná, příp. chut' i aroma nahořklé, trpké, spíše nepříjemné
- Nepříjemná* – chut' i vůně netypická pro aromatizované čaje, nevýrazná, nepříjemná, chut' výrazně trpká, silná až nesnesitelně hořká, příp. jiné vady.

**Celkové hodnocení**

Všímejte si celkové chutnosti čaje, intenzity barvy výluhu, hutnosti čaje, přijatelnosti chuti a vůně

- Vynikající vzorek*
- Velmi dobrý vzorek*
- Dobrý vzorek*
- Uspokojivý vzorek*
- Neuspokojivý vzorek*
- Nevyhovující vzorek*
- Nepříjemný vzorek*

## **2. Profilový test vybraných chutí**

Posuďte, do jaké míry uvedené dílčí chutě vytvářejí celkový dojem chutě čaje.

Použijte stupnici:

1. *Neznatelná*
2. *Velmi slabá*
3. *Slabá*
4. *Střední*
5. *Silnější*
6. *Dosti silná*
7. *Velmi silná*

Označení vzorku: .....

Typická (pokuste se identifikovat).....	1	2	3	4	5	6	7
Ovocná	1	2	3	4	5	6	7
Nasládlá	1	2	3	4	5	6	7
Hořká	1	2	3	4	5	6	7
Trpká	1	2	3	4	5	6	7
Kořeněná	1	2	3	4	5	6	7
Hnilobná, po plísni	1	2	3	4	5	6	7
Bylinná	1	2	3	4	5	6	7
Jiná (uved'te jaká)	1	2	3	4	5	6	7

## **3. Profilový test vybraných vůní**

Posuďte, do jaké míry uvedené dílčí vůně vytvářejí celkový dojem vůně (aroma) čaje.

Použijte stupnici:

1. *Neznatelná*
2. *Velmi slabá*
3. *Slabá*
4. *Střední*
5. *Silnější*
6. *Dosti silná*
7. *Velmi silná*

Označení vzorku: .....

Charakteristická (pokuste se identifikovat).....	1	2	3	4	5	6	7
Ovocná	1	2	3	4	5	6	7
Bylinná	1	2	3	4	5	6	7

## 8.7 Plynový chromatograf TRACE GC

